

**CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRANÇA ARANHA**  
**CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAIS DE MÁQUINAS (APMA)**

**Política da Eficiência Energética na Marinha Mercante**

**Jorge Antonio Fragoso**

**Rio de Janeiro**  
**2013**

**Jorge Antonio Fragoso**

**Política da Eficiência Energética na Marinha Mercante**

Monografia apresentada como exigência  
para o CURSO DE APERFEIÇOAMENTO  
PARA OFICIAIS DE MÁQUINAS (APMA)  
do CENTRO DE INSTRUÇÃO  
ALMIRANTE GRANÇA ARANHA.

Orientador: Mestre LUIZ OTAVIO  
RIBEIRO CARNEIRO

**Rio de Janeiro  
2013**

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, que me orientaram, educando-me com muito carinho e senso de responsabilidade. Acreditando que estejam num lugar especial e observando o meu progresso, ofereço a eles, a tarefa efetuada.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos os professores, principalmente ao Mestre Luiz Otávio. Agradeço também a todas as pessoas que me ajudaram nesta jornada, como meus amigos de estudo, irmãos e tia.

## EPÍGRAFE

"Conhecimento é poder... use-o com sabedoria"

Provérbio popular

**Jorge Antonio Fragoso**

**Política da Eficiência Energética na Marinha Mercante**

Monografia apresentada como exigência  
para o CURSO DE APERFEIÇOAMENTO  
PARA OFICIAIS DE MÁQUINAS (APMA)  
do CENTRO DE INSTRUÇÃO  
ALMIRANTE GRANÇA ARANHA.

Data da Aprovação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Orientador: Mestre LUIZ OTAVIO RIBEIRO CARNEIRO

---

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: \_\_\_\_\_

## RESUMO

Este trabalho trata da questão da redução de consumo de combustível fóssil em instalações de máquinas de navios. É um tema de interesse no momento devido ao alto custo operacional e a emissão de poluentes decorrentes do processo da combustão desses derivados de petróleo. Apresenta-se, inicialmente o cenário atual e as tendências futuras das instalações propulsoras convencionais que usam óleo pesado ou Diesel. Em seguida, dar-se a vez da política da Eficiência energética para navios: sua definição, ou seja, o que é eficiência energética, o Índice de Eficiência Energética de projeto do navio (EEDI), Índice de Eficiência Energética Operacional do navio (EEOI) e o Plano de Gestão da Eficiência Energética do Navio (SEEMP). Por sua vez, o tema é abordado, dando enfoque principal à operacionalidade da embarcação quando, já navegando, necessitará de um programa para manutenção e otimização constante, tais como o planejamento da viagem, o gerenciamento da velocidade, a otimização da potência dos motores, a manutenção do casco e o uso de diferentes tipos de combustíveis. Para melhor visualização, o trabalho será subdividido em cinco capítulos: Melhoria na arquitetura naval, Melhoria da navegação, Melhoria na propulsão e Melhoria na manutenção do casco, todos os itens relacionados à Política da Eficiência Energética, onde será abordado, destacando, como, a bordo, os profissionais contribuirão para que a economia de consumo de combustível fóssil logre êxito. No quinto item, os holofotes vão para os sistemas já implantados com resultados e promessas positivas no modal marítimo.

**Palavras-chave:** eficiência energética. Modal marítimo. Índice de Eficiência Energética Operacional. Plano de Gestão da Eficiência Energética do Navio. Combustível fóssil.

## ABSTRACT

This paper addresses the issue of reducing fossil fuel consumption in machinery installations of ships. It is a topic of interest at the moment due to high operational costs and pollutant emissions resulting from the combustion process of these oil. Presents initially the current and future trends of conventional propulsion installations that use heavy oil or diesel. Then turn up the policy of energy efficiency for ships: its definition, ie, what is energy efficiency, the Energy Efficiency Index ship design (EEDI), Energy Efficiency Operational Index ship (EEOI ) and Management Plan of the Ship Energy Efficiency (SEEMP). In turn, the subject is approached, giving primary focus to the operation of the vessel when sailing now, you need a program for maintenance and constant optimization, such as travel planning, managing speed, optimization of engine power, maintaining the hull and the use of different types of fuels. For better visualization, the work will be divided into five chapters: Improvement in naval architecture, navigation improvement, improvement in propulsion and Improved maintenance of hull, all items related to the Energy Efficiency Policy, which will be addressed, especially as the board, professionals contribute to the economy of fossil fuel consumption logre success. The fifth item, the spotlight goes to the systems already in place with positive results and promises in maritime shipping

**Keywords:** energy efficiency. Maritime mode. Energy Efficiency Operational Index. Management Plan of the Ship Energy Efficiency. Fossil fuel.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	10
2 POLUENTES GERADOS PELO TRANSPORTE MARÍTIMO .....	12
2.1 Água de Lastro .....	12
2.2 Hidrocarbonetos e Águas Oleosas .....	12
2.3 Águas Residuais .....	13
2.4 Águas Cinza .....	14
2.5 Resíduos Sólidos .....	14
2.6 Emissões dos Motores .....	15
3 EMISSÕES DE GASES PRODUZIDAS PELO TRANSPORTE MARÍTIMO .....	16
3.1 Características dos gases gerados na queima nos motores marítimos. ....	16
3.2 para a saúde humana .....	16
3.3 Para o clima da terra .....	16
3.4 MARPOL - Anexo VI .....	17
3.4.1 O EEDI .....	18
3.4.2 O SEEMP .....	19
3.4.3 O EEOI .....	19
4 PROJETO .....	21
4.1 definição de Eficiência Energética .....	21
4.2 Elementos Funcionais de um projeto .....	21
5 MELHORIAS NO PROJETO, ARQUITETURA NAVAL NA POLÍTICA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA .....	24
5.1 Aspecto financeiro .....	24
5.2 Melhorias acumuladas .....	24
5.3 Calculando retornos de investimentos .....	25
5.4 Casco e Forma do Casco .....	25
5.5 Projeto: Hélice .....	26
5.6 Instrumentação .....	26
5.7 Praça de Máquinas .....	27
5.8 Reciclagem de calor .....	27
5.9 Gerador de eixo .....	28
6 NAVEGAÇÃO E A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA .....	29
6.1 Velocidade ideal .....	29
6.2 Tempo gasto de um porto a outro .....	29
6.3 Carga Contínua .....	30
6.4 Ajuste do Passa do Hélice .....	30

6.5 Eficiência do Motor.....	30
6.6 A Derrota.....	31
6.7 Registro Computadorizado .....	31
6.8 Calado ideal e a Estabilidade.....	32
7 MANUTENÇÃO DO CASCO E A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	33
7.1 Pintura anti-incrustante .....	33
7.2 Rugosidade do Casco.....	33
7.3 Crescimento Marinho .....	34
7.4 Manutenção .....	34
7.5 tintas de auto-polimento.....	35
8 MELHORIAS NA CONDUÇÃO DO MOTOR PRINCIPAL.....	36
8.1 Condições do cilindro.....	36
8.2 Controlando o Motor .....	36
8.3 Registro de Pressão.....	36
8.4 Medição dos Gases de descarga e ar de lavagem .....	37
8.5 Controle de vibração .....	37
8.6 Calibragem do Motor.....	37
8.7 Manutenção .....	38
8.8 Modificações .....	38
8.9 Aditivos .....	39
9 EFICIENTE USO DO VAPOR .....	40
10 CONCLUSÃO.....	41
REFERÊNCIAS.....	43

## 1 INTRODUÇÃO

Após dois séculos, desde a revolução industrial, de um consumo desenfreado de energia, de desconsideração com as consequências ambientais da industrialização e do consumismo e do esgotamento de recursos naturais, as últimas décadas do século 20 revelam uma mudança de condutas que se reflete tanto nas políticas públicas quanto no grau de consciência e de exigências da população. A eficiência energética veio se tornando cada vez mais um ponto recorrente nas discussões sobre a demanda de energia em nível global e possui hoje um papel preponderante nas políticas mundiais de energia e de meio ambiente, em especial naquelas relacionadas às mudanças climáticas.

No Brasil, a eficiência energética ainda não é tida, na prática, como um instrumento de políticas públicas de meio ambiente. Embora o tema das mudanças climáticas e da poluição atmosférica urbana venha sendo enfatizado na política ambiental global, no Brasil, não há ainda uma ampla conscientização de que uma das formas efetivas para minimizar esses danos ambientais seja a institucionalização de programas de eficiência energética. Os fatores que incentivam o país a estabelecer programas de eficiência energética são, principalmente, de ordem econômica (diminuição de custos) e energética (segurança no suprimento de energia elétrica). “Se desejarmos evitar o inevitável esgotamento do capital natural, tanto como fonte de recursos, quanto como sumidouro de resíduos, o processamento de energia e materiais deve ser contido” (Sachs, 1993). Mas, o que é eficiência energética? Como ela se encaixa no modal marítimo? Quais os efeitos diretos no comportamento do tripulante? Enfoques como este serão abordado neste trabalho, dando a devida atenção na conduta do marítimo na questão.

O objetivo Geral deste trabalho é detalhar o Plano de Gestão de Eficiência Energética, suas metas, definindo o conceito de conservação de energia aplicada à rotina de bordo.

Por tanto, foram definidos alguns objetivos específicos:

- Descrever o significado de eficiência energética;
- Explicar as melhorias na navegação;
- Detalhar as melhorias na manutenção do casco;
- Enunciar as melhorias nos propulsores;

- Explanar as melhorias nos motores a combustão;

A seguinte hipótese foi levantada: Com o aprofundamento do tema, o conceito de Eficiência Energética, sua política e emprego constante, tornar-se-ão claro para os profissionais de bordo. Com isso, os procedimentos para preservação do meio ambiente serão cumpridos e os meios para mitigar as variações climáticas, obedecidos.

A metodologia a ser aplicada será o levantamento bibliográfico e resumos de textos. Foram utilizados estudos técnicos realizados por profissionais e estudiosos do ramo. Foram empregadas anotações de classe e utilizado material de acervo pessoal.

Quanto a estrutura da tese, o segundo capítulo abrange Poluentes Gerados pelo Transporte Marítimo e suas consequências tais como água de lastro, hidrocarbonetos oleosos entre outros. Os capítulos seguintes abrangem a emissão de gases efetuada pelo transporte marítimo e as leis que a regulamentam, definições como EEOI, SMEEP, EEDI, eficiência energética, projetos da construção naval são esclarecidas. Melhorias na frota mundial são abordadas e por fim as considerações finais.

## **2 POLUENTES GERADOS PELO TRANSPORTE MARÍTIMO**

A contaminação marinha na atualidade é um dos problemas maiores que tem a humanidade, a dificuldade de gerenciar bem os resíduos e rejeitos é muito grande, segundo GESAMP 2005 o transporte marítimo é responsável por 12% da contaminação no mar. Entre os poluentes gerados pelo transporte marítimo estão:

### **2.1 Água de Lastro**

A água de lastro é utilizada para manter a estabilidade e segurança estrutural do navio, em situações em que os navios não navegam completamente carregados. O uso do lastro é uma prática antiga, no passado usavam-se pedras e madeira para lastrar o navio; depois, recorreu-se à água do mar, que permite uma operação mais fácil de carregamento e esvaziamento e existe em abundância. Só com o transcorrer do tempo o mundo se daria conta que este intercâmbio de águas daria lugar a um dos maiores impactos ambientais.

O problema começa quando a água de lastro é transportada e descarregada de um porto em outro, levando consigo espécies e microrganismos marinhos, chamados também exóticos, que podem se instalar num novo ecossistema, trazendo problemas ambientais e para a saúde humana, chegando a competir com as espécies nativas. Segundo a OMI (Organização Marítima Internacional), estima-se que pelo menos 7000 espécies estão sendo transportadas na água de lastro pelos navios de todo o mundo. Embora a OMI tenha feito numerosas ações e estabelecido normas a este respeito, começando pelo Programa Global de Gerenciamento de Água de Lastro-GloBallast, o problema ainda está longe de encontrar uma solução; segundo a OMI a invasão de espécies exóticas continua crescendo.

### **2.2 Hidrocarbonetos e Águas Oleosas**

A poluição por hidrocarbonetos é uma das mais perigosas para o meio ambiente marinho. O hidrocarboneto é a combinação de hidrogênio e carbono frequentemente

encontrada em gás e petróleo e foi o primeiro poluente marinho reconhecido pela OMI, que preparou uma primeira regulamentação em 1954 com a "Oil Pollution". As águas oleosas são a mistura do hidrocarboneto e da água, seja do mar ou água doce, acumulada nas partes baixas dos porões e nos compartimentos de máquinas do navio. A poluição por hidrocarbonetos na flora e fauna marinha causa efeitos letais (quando há morte dos organismos causada pela toxicidade ou por efeitos físicos do produto) e efeitos não letais (quando os efeitos biológicos crônicos afetam o comportamento, crescimento, reprodução, colonização e distribuição das espécies),

Os navios contribuem com a poluição de hidrocarbonetos de duas formas, em derrames acidentais e operacionais, sendo os últimos os de maior quantidade. As descargas operacionais são aproximadamente 45% dos derrames mundiais, na ordem de quase 276.000 toneladas ao ano, seguidas pelos acidentes marítimos com 36%. Por classe de navios, os maiores poluidores são os petroleiros com 10,3% do total, principalmente com lavagens de tanques e porões de petróleo. (GESAMP, 2007). Apesar dos numerosos regulamentos e normas, como o casco duplo, e da melhoria da tecnologia com o uso de equipamentos de filtragem, e decantação, separadores de óleo e água, sensores de filme oleoso, a poluição por hidrocarbonetos continua sendo muito alta. Além dos regulamentos e da tecnologia, um bom sistema de gestão, preparação e educação do pessoal de mar ajudaria a reduzir a descarga de hidrocarbonetos.

### **2.3 Águas Residuais**

As águas residuais geradas pelos navios têm o mesmo impacto das geradas nas cidades em terra, estas águas não tratadas adequadamente criam um perigo para a saúde pública, fauna e flora marinha, contendo um alto nível de nutrientes (nitrogênio e fósforo) causando a multiplicação de algas e esgotando o oxigênio. Nos navios o volume das águas residuais varia de acordo à quantidade de tripulantes e passageiros e a duração da viagem; há navios mercantes com 25 tripulantes e cruzeiros que podem transportar 5000 passageiros, que os caracterizam como cidades flutuantes. Estas cidades flutuantes originam grande quantidade de águas

residuais.

## **2.4 Águas Cinza**

As águas cinza são substâncias nocivas que degradam ou alteram a qualidade da água de mar em um navio são geradas na higiene pessoal, lavagem das roupas, águas de cozinha, lavagem de louça e limpeza na rotina diária do navio. Estas fontes não são tão perigosas como as águas residuais. Em geral, os navios não são equipados com tanques de águas cinza, elas se misturam com as águas residuais. Águas cinza, adequadamente tratadas, apresentam certo potencial de reuso para fins não potáveis (Hespanhol; 2008). O menor uso de água potável é um dos benefícios da reutilização destas águas, que podem ser empregadas na limpeza diária do navio, optando-se assim por uma prática que vem sendo adotada em terra. A conservação deve ser promovida por meio de programas de gestão adequada e de educação ambiental.

## **2.5 Resíduos Sólidos**

Um dos problemas mais complicados e persistentes nos oceanos por resíduos sólidos, alguns dos quais afundam enquanto outros permanecem flutuando durante longos períodos (Hespanhol; 2008). Em geral, estes resíduos têm uma degradação muito lenta, entre eles estão o plástico, o metal e o vidro. Além de degradar os oceanos, provocam a morte de muitos mamíferos marinhos, peixes e aves, os quais os confundem com alimento causando morte por asfixia; Segundo PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) na atualidade existem 13000 pedaços de resíduos plásticos flutuando por km<sup>2</sup> do oceano (PNUMA, 2005), num informe posterior eles dão a cifra de 18000 por km<sup>2</sup>. Nem todos os resíduos procedem de fontes terrestres, segundo PNUMA o transporte marítimo é responsável pelos 20% da contaminação de lixo marinho. O lixo marinho gerado pelos navios está regulamentado pelo Anexo V do MARPOL, sendo sua principal contribuição à regra que proíbe jogar qualquer resíduo plástico incluindo os cabos e

redes de pesca de fibras sintéticas, sacolas de plástico ou outros produtos de plástico que possam conter substâncias tóxicas e metais pesados.

## **2.6 Emissões dos Motores**

Na seção seguinte do presente trabalho, será abordado, com mais profundidade, o tema referente a Emissões de Gases Produzidas pelo Transporte Marítimo. Trata-se de um problema que gera grande preocupação à comunidade internacional e é reconhecido como um problema crescente em virtude do aumento do intercâmbio do comércio.

### **3 EMISSÕES DE GASES PRODUZIDAS PELO TRANSPORTE MARÍTIMO**

#### **3.1 Características dos gases gerados na queima nos motores marítimos.**

As emissões são geradas principalmente em função da potencia 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. Os componentes principais são dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxidos de nitrogênio (NOX), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), 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 no clima. As emissões dos motores têm diversas consequências negativas:

#### **3.2 para a saúde humana**

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 [IMO], 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]. Isso ocorre porque a maioria dos navios faz rotas de cabotagem próximas ao litoral.

#### **3.3 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 CO<sub>2</sub>. 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 (CO<sub>2</sub>), hidrofluorcarbonatos (HFC), perfluorcarbonatos (PFC), hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Basicamente o Protocolo é um acordo internacional cujo objetivo era 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 CO<sub>2</sub> é o componente que é gerado em maior quantidade [IPCC; 2010].

### **3.4 MARPOL - Anexo VI**

O comércio mundial tem aumentado com taxas crescentes nos últimos anos. O elevado ritmo de crescimento da economia de países emergentes é o principal responsável por este crescimento. Como consequência do aumento do comércio mundial, verifica-se um correspondente aumento do transporte marítimo e, por conseguinte, uma progressiva carga de poluentes expelida por este modal de transporte.

Seguindo a orientação da ONU e acompanhando a tendência global de preocupação com as mudanças climáticas, a IMO tem dedicado uma grande parte de seus esforços à prevenção da poluição do ar pelos navios. Assim, em 1997, a IMO incorporou à Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios (MARPOL) um novo Anexo (VI), cujo propósito é prevenir a poluição do ar por meio da limitação das emissões de óxido de enxofre (SO<sub>x</sub>), de óxido de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) e da proibição de emissões deliberadas de substâncias que reduzem a camada de ozônio, contribuindo para o aumento do efeito estufa. O Anexo VI entrou em vigor internacionalmente em maio de 2005, e o Brasil o ratificou em fevereiro de 2010.

Em outubro de 2008, o MEPC adotou emendas ao Anexo VI da MARPOL, para reduzir ainda mais as emissões provenientes de navios. Foi adotada uma redução

progressiva de SO<sub>x</sub>, inicialmente de 4,50% para 3,50% a partir de 01 janeiro 2012, e, depois, progressivamente para 0,50 % a partir de 01 de janeiro de 2020, sujeito a uma análise de viabilidade a ser concluída o mais tardar em 2018. Os limites aplicáveis nas áreas especiais de controle das emissões de SO<sub>x</sub> foram reduzidos de 1,50% para 1,00%, em 01 de julho de 2010, e serão reduzidos para 0,10%, a partir de 01 de janeiro de 2015. Reduções progressivas de NO<sub>x</sub> nas emissões de motores marítimos também foram acordadas. O Anexo VI, revisto, entrou em vigor em 01 de Julho de 2010.

Ao mesmo tempo, a IMO, através do MEPC, iniciou estudos a respeito dos gases geradores de efeito estufa (GHG - gases com a capacidade de reter calor e que, por isso, alteram o equilíbrio térmico e climático da terra), verificando que é possível para o transporte marítimo reduzir o CO<sub>2</sub>, emitido por tonelada de carga transportada por quilômetro (ton/km), em algo próximo de 20% até 2020. Daí, em 15 de julho de 2011, o MEPC adotou, por meio da Resolução MEPC. 203(62), novas emendas ao Anexo VI. Essas emendas, que incluem um novo Capítulo (4), pretendem melhorar a eficiência energética dos navios através de um conjunto de normas de desempenho técnico, que resultariam na redução das emissões das substâncias originadas na combustão do óleo combustível, incluindo aquelas já controladas pelo Anexo VI. As emendas deveriam ser consideradas aceitas em 1º de julho de 2012 e entrar em vigor em 1º de janeiro de 2013.

Para atender a essa expectativa, o MEPC desenvolveu, para novos navios, um Sistema de Índices de Eficiência Energética de Projeto (EEDI).

Um Plano de Gestão de Eficiência Energética (SEEMP) e um Indicador de Eficiência Operacional Energia (EEOI).

### **3.4.1 O EEDI**

O EEDI é uma fórmula matemática que fornece uma figura de eficiência energética específica para um projeto de navio individual, expressa em gramas de CO<sub>2</sub> por capacidade de milhas, por exemplo, tonelada-milha do navio. Um valor menor EEDI significa um design mais eficiente em termos energéticos. O EEDI aplica-se apenas a navios novos. Neste Índice, deverão ser priorizados

melhoramentos na hidrodinâmica dos cascos, no desempenho dos motores e hélices, bem como a utilização de combustíveis menos poluentes e com um melhor rendimento.

Os requisitos EEDI serão aplicáveis aos novos navios acima de 400 GT, onde "Navio novo" significa um navio:

- Para o qual o contrato de construção é colocado em ou após 1 de Janeiro de 2013; ou
- Na ausência de um contrato de construção, cuja quilha esteja assente ou que se encontra em fase de construção equivalente em ou após 1 de Julho de 2013; ou
- A entrega do que está em ou após 1 de julho de 2015 [MARPOL, ANEXO VI].

### **3.4.2 O SEEMP**

O SEEMP fornece uma abordagem no plano de gestão da frota ao longo do tempo de sua vida útil, permitindo às companhias e acompanhar e melhorar o desempenho de vários fatores que podem contribuir para a redução das emissões de CO<sub>2</sub>, tais como o planejamento da viagem, o gerenciamento da velocidade, a otimização da potência dos motores, a manutenção do casco e o uso de diferentes tipos de combustíveis. E incentiva o proprietário do navio, em cada fase do plano, a considerar novas tecnologias e práticas quando se busca otimizar o desempenho do navio. O SEEMP será obrigatório para todos os navios com mais de 400 GT que são abrangidos pelo Anexo VI da MARPOL, e a data de entrada em vigor foi a mesma que para o EEDI - 1 de Janeiro de 2013.

O SEEMP não estará sujeito a aprovação, mas todos os navios serão obrigados a possuir um SEEMP a bordo no momento da sua primeira renovação do certificado IAPP MARPOL ou pesquisa intermediário após 1 de Janeiro de 2013. Este, então, forma a base para a emissão do novo Certificado Internacional de Eficiência Energética obrigatória (CEIE).

### **3.4.3 O EEOI**

MEPC desenvolveu orientações para o uso voluntário do Indicador de Eficiência Energética Operacional do navio como ferramenta de monitoramento. Para estabelecer uma consistente abordagem na medição do rendimento energético em cada viagem do navio, ou durante certo período de tempo, o que irá ajudar os armadores e operadores de navios na avaliação do desempenho operacional de sua frota. Como a quantidade de CO<sub>2</sub> emitido a partir de navios está diretamente relacionada ao consumo de óleo combustível, o EEOI também pode fornecer informações úteis sobre o desempenho de um navio que diz respeito à eficiência de combustível. O EEOI fornece um valor específico para cada viagem.

A unidade de medição depende da carga transportada, mas em geral: gramas de CO<sub>2</sub> por tonelada-milha ou gramas de CO<sub>2</sub> por TEU-milha. Seria calculado da seguinte forma:

- Cálculo do CO<sub>2</sub>: multiplicação da massa de combustível pelo fator de conversão para CO<sub>2</sub> deste combustível.

- Cálculo do trabalho do transporte da carga: multiplicação da massa de carga pela milha navegada. Ao contrário do EEDI, o EEOI muda de acordo com as condições de operação, fornecendo assim, valores mesuráveis a cada viagem.

## **4 PROJETO**

### **4.1 definição de Eficiência Energética**

Eficiência Energética é a capacidade de utilizar menos energia para produzir a mesma quantidade de iluminação, aquecimento, transporte e outros serviços baseados na energia [WIKIPÉDIA].

Esta ideia: utilizar menos energia dá crédito ao termo também empregado Conservação de Energia, que, neste caso, está associado à utilização do óleo combustível de modo mais consciente e econômico.

### **4.2 Elementos Funcionais de um projeto**

Aplicar os estudos da hidrodinâmica para tornar possível esta estrutura, com deslocamento de milhares de toneladas, mover-se através de qualquer oceano do mundo e em qualquer condição de tempo é a missão dos engenheiros e arquitetos navais. Tornar esta tarefa eficiente energeticamente, ou seja, consumindo menos energia, ou seja, consumindo menos combustível é a missão dos dias atuais.

Para que para que isso seja possível, condicionar maiores potências no eixo e baixo consumo de combustível, é necessário a combinação da eficiência do propulsor e a eficiência hidro e aerodinâmica [prof. Luiz Otávio] das partes submersas e emersas respectivamente num estudo minucioso e detalhado, chamado de Projeto do navio.

Como foi abordada na explanação do conceito do EEDI, a existência de um projeto de navio é imperiosa e valores, para as diversas variáveis do projeto, serão convertidos em pontos, neste Índice.

Durante o planejamento do projeto, uma das fases compõe na construção do Contexto Técnico, que determina o Objeto de projeto, Elementos Funcionais, Expectativas e outros subitens. Elementos funcionais seriam Os elementos

funcionais (ou elementos de síntese) do objeto de projeto são os elementos que fisicamente o compõem. Para que o objeto seja bem projetado, é necessário antes que sejam definidos seus elementos funcionais de forma que ele seja completamente representado fisicamente por eles [FERREIRE;BARRIOS relatório 1]. De um modo geral seriam eles:

- Forma: é a geometria do casco do navio.
- Sistema Propulsivo: é composto pelo propulsor, pelo eixo propulsor e pelo motor de combustão principal (MCP).
- Compartimentação: é o conjunto de compartimentos separados por anteparas estanques dentro do casco do navio.
- Arranjo Geral: o arranjo geral é a disposição de tanques de carga, lastro, consumíveis, equipamentos e cofferdam definida dentro dos compartimentos do casco do navio.
- Praça de Máquinas: é considerada neste projeto como sendo composta de todos os equipamentos da praça de máquinas exceto pelo MCP. Incluem-se aí elementos como as caldeiras de recuperação e auxiliares, turbogeradores, MCAs, bombas, purificadoras e grupos destilatórios.
- Topologia Estrutural: é composta pelos elementos estruturais do casco do navio, das anteparas e da superestrutura. Incluem-se aí reforçadores primários e secundários. Os reforçadores terciários não foram considerados para este projeto, já que seu dimensionamento depende de esforços locais, que seriam calculados em etapas de detalhamento, e, portanto, é complexo e demorado.
- Arranjo de Superestrutura: é considerado neste projeto como sendo o arranjo e definição dos elementos internos e externos da superestrutura, incluindo a própria forma da superestrutura.
- Sistema de Governo: é composto pelo leme, sua madre e seu mecanismo acionador.
- Sistemas Auxiliares: são os sistemas de fundeio (como âncoras e guinchos), escotilhas (seus sistemas de abertura e fechamento), incêndio e salvatagem (como “sprinklers”, detectores de incêndio, extintores, baleeiras, gerador de emergência), manutenção do bem-estar (como ar-condicionado e ventilação), luzes (como luzes de navegação e lâmpadas internas dos cômodos), comunicação (como rádio e internet), localização (como radar e GPS), e monitoramento (como medidores de combustível e de temperatura no MCP). Este item engloba sistemas considerados

menos críticos para o projeto do navio.

Dos elementos funcionais descritos, por serem os elementos de maior influência na produção dos gases poluentes, serão abordados: Forma, Sistema Propulsivo e Praça de Máquinas, focalizando a economia do consumo de combustível em comparação aos navios antigos. Além destes três capítulos, será abordado em primeiro lugar o aspecto geral de um projeto também objetivando a Conservação de Energia.

## 5 MELHORIAS NO PROJETO, ARQUITETURA NAVAL NA POLÍTICA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

### 5.1 Aspecto financeiro

Um novo navio bem projetado pode economizar tanto quanto 50 por cento dos custos operacional, quando comparado com um velho navio. Até 30 por cento deste podem ser salvas através de economia de combustível [CBT SEAGULL. Computed Based training cd 97].

Possíveis melhorias são:

- Melhor movimentação de carga;
- Melhor forma do casco e design de proa;
- Melhor hélice e um sistema de propulsão;
- Melhor automação e tripulação melhor preparada.

Número exato para uma modificação do navio deve ser obtido a partir de um estaleiro. O custo real é calculado a partir do investimento inicial, taxas de juros e amortização, ou o tempo de expectativa de vida útil da embarcação. De um modo geral, os navios em rotas fixas vão durar mais do que os navios de fretamento irregular em uma situação financeira instável.

### 5.2 Melhorias acumuladas

Ainda na fase de projeto, adição de várias melhorias é feita através da multiplicação da percentagem de ganho para cada um deles. Aqui está um exemplo:

Melhoria hélice: ganho de 15% = 85% do consumo de combustível anterior.

Redução da resistência do casco: ganho de 12% = 88% do anterior consumo de combustível.

Ganho total:  $(85 \times 88) / 100 = 75\%$  do consumo de combustível anterior.

Isto significa que uma economia de combustível de 25% pode ser conseguida com estas duas melhorias [CBT SEAGULL. Computed Based training cd 97].

### **5.3 Calculando retornos de investimentos**

Conservação de energia requer uma investimento inicial. Como isso vai ser lucrativo depende muito do tipo de carga a ser transportada, a expectativa de vida do navio, as taxas de juros, preços dos combustíveis, etc Como regra geral, o consumo de combustível representa cerca de 20% do custo total de funcionamento de um navio de carga comercial. Para medir o benefício do investimento, deve-se considerar o tempo que vai demorar reembolsar o investimento inicial. Medidas de curto prazo podem salvar 10% do consumo de combustível. Medidas de longo prazo devem reduzi-lo por, pelo menos, 20 a 30% [FERREIRE;BARRIOS relatório 1].

### **5.4 Casco e Forma do Casco**

A forma do casco, é decisiva para resistência à água e, portanto, para o consumo de combustível. Um longo e fino navio vai oferecer menos resistência do que um curto e largo. O formato da proa e da popa também tem uma influência sobre o consumo de combustível. Durante anos, a vantagem de uma proa bulbosa tem sido de conhecimento comum. Mais tarde, os estudos mostraram que este também é válido para os navios menores. Ao aumentar a relação comprimento / largura partir de, digamos 4,5 a 6,5, pode-se alcançar uma redução de combustível de 25 a 50%. A ideal de relação de comprimento / largura é realmente um compromisso entre a capacidade de carga, dimensões do porto e de consumo de combustível. A experiência mostra que um aumento de comprimento total do navio tem pouca influência na energia necessária para obter semelhante velocidade com a forma anterior. Como exemplo, um bulbo de proa foi instalado no navio de pesca

norueguesa ResearchKy Stfangst. Ele mostrou uma redução da resistência à água de 25% em tempo calmo, e de 15% no clima pesado [CBT SEAGULL. Computed Based training cd 97]. Também reduziu consideravelmente a água do mar ao longo convés. Porém, a construção de uma proa bulbosa tem de ser bem calculada, “pois ela aumenta a área molhada, agravando a resistência viscosa. Para que a utilização do bulbo tenha vantagem, este agravamento deverá ser menor que o ganho na resistência à onda.” (prof. Luiz Otávio).

### **5.5 Projeto: Hélice**

Estudos mostram que muitos navios usam uma velocidade relativamente alta do hélice, de 300 a 400 RPM. O corte da velocidade pela metade poderia reduzir o consumo de combustível por até 25% [CBT SEAGULL. Computed Based training cd 97].

Por outro lado, maiores hélices requerem mais espaço. Este é limitada pela forma da popa e pelo projeto do navio. Um solução é prolongar o eixo propulsor e tornar popa menos saliente. E, juntamente com o novo hélice, uma nova caixa de redução deve ser instalada. Navios com rotações mais reduzidas e propulsores grandes atingirão maior desempenho usando um duto em torno do hélice (nozzle). Mas haverá pouca economia, até mesmo nenhuma, se estas melhorias forem implantadas em navios de carga de rotas longa, a percorrerem grandes distâncias. Observa-se, então que o projeto será determinante para o dimensionamento do hélice e seu tipo, bem como a proporcionalidade com o eixo propulsor de acordo com a finalidade da embarcação.

### **5.6 Instrumentação**

Os requisitos mínimos de instrumento para melhor economia de combustível são,

fluxômetro (para o óleo combustível) e um Speed log. Um programa também pode ser instalado para cálculo de consumo de óleo combustível em relação à distância percorrida e a velocidade da embarcação. Se usado corretamente, pode reduzir o consumo de combustível por quase 10% [CBT SEAGULL. Computed Based training cd 97].

## **5.7 Praça de Máquinas**

A conversão para combustível pesado pode resultar em uma economia de cerca de 20%, em função dos preços de mercado para qualidades diferentes de combustível [IMO,2010]. Em alguns exemplos, a conversão para combustível pesado mostrou um tempo de amortização de 5 a 10 anos.

Para converter em combustível pesado, tem-se que investir em:

- Separadores de combustível pesado
- Separadores de óleo lubrificante
- Isolamento térmico para tanques
- Pré-aquecedor de óleo combustível
- Instrumentos de controle de viscosidade
- Modificações no motor

## **5.8 Reciclagem de calor**

Cerca de 50% da energia usada pelo motor principal do navio é desperdiçada principalmente através água de resfriamento e exaustão gases [CBT SEAGULL. Computed Based training cd 97].

O calor dos gases de escape pode ser direcionado através de um trocador de calor e transformado em vapor que pode ser utilizado para o pré-aquecimento de combustível, turbogeradores ou outros dispositivos de aquecimento. A água de arrefecimento também pode ser usada para vários dispositivos de aquecimento apesar de temperaturas mais baixas.

## **5.9 Geradores de eixo**

A eletricidade pode ser produzida a partir de Geradores a diesel, turbogeradores e geradores de eixo principal. Que tipo é o mais econômico, será ditada pelo tipo de motor, e o perfil da gestão navio. Geradores de eixo devem ser considerados em motores de execução contínua.

## 6 NAVEGAÇÃO E A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Após a fase inicial, de projeto, o navio já está navegando. Como manter a política da Eficiência Energética?

### 6.1 Velocidade de cruzeiro ideal

A velocidade de cruzeiro ideal é a velocidade à qual o navio é mais econômico, e isto depende de certo número de fatores, especialmente gastos com combustível. A economia mais importante pode ser feita, reduzindo a velocidade do navio. Infelizmente, este também reduz a capacidade de transporte por tempo de travessia. Para um navio típico, um ganho de velocidade 1%, aumenta o consumo de combustível por unidade de tempo, até 6%, e o combustível de acordo com a distância cruzado, até 5%. Como resultado, um aumento de velocidade marginal resulta num considerável aumento de consumo de combustível [CBT SEAGULL. Computed Based training cd 97].

### 6.2 Tempo gasto de um porto a outro

Uma vez estabelecida a rota, o melhor é respeitá-la e chegar ao destino no horário programado. Em um exemplo, está previsto que um navio cubra uma certa distância à dez nós. No entanto, 3/4 da distância é feita em 11 nós e um quarto, em 7,5 nós. O navio chega na hora marcada, mas o consumo de combustível aumentou em 12%.

O tempo gasto no porto tem que ser otimizado, encontrando melhores procedimentos de carregamento e de descarregamento do navio. [SEAGULL CBT, Energy Conservation – CD 97]

### **6.3 Carga Contínua**

Mantendo-se uma carga contínua imposta ao eixo propulsor, economiza-se combustível. O exemplo anterior mostra claramente os custos de uma velocidade irregulares em consumo de combustível. A carga contínua é melhor alcançado quando se mantém uma contínua velocidade do eixo propulsor. Baseado na experiência e previsão do tempo a RPM ideal deve ser avaliado na saída do porto, e continua até a chegada ao destino. Quando o tempo de chegada é prioridade, e as condições meteorológicas indefinidas, é sensato permitir uma suficiente margem de tempo. Manobras no porto devem ser executadas em acelerações progressivas e moderadas, se as condições permitirem.

Qualquer manobra mais difícil é pressão sobre o motor e um desperdício de combustível.

### **6.4 Ajustes do Passo do Hélice**

Navios com passo variável do hélice correm o risco de enfrentar até 50% a mais de consumo de combustível devido a um mal ajustado passo do hélice. Como regra geral, uma carga ideal no motor é alcançada:

- Baixo RPM;
- abertura do passo do hélice moderada;
- Ajustar a velocidade do navio pela rotação do motor e não pela abertura do passo (ajuste fino) .

Para efeitos práticos, a parte superior e inferior do limites da rotação do eixo de hélice será ditado pelo balanço térmico do motor e especificações mecânicas.

### **6.5 Eficiência do Motor**

Um bom projeto de propulsão irá exibir o menor consumo específico de combustível, quando o passo do hélice é menos alterado em relação à carga total. Por outro lado, se o número de rotações é mantido a mesma quando o passo é reduzido, o consumo específico irá aumentar.

## **6.6 A Derrota**

Definir a rota é calcular o percurso de modo mais eficaz. Fatores a ter em consideração são:

- Correntes predominantes,
- Os ventos predominantes,
- As massas de terra,
- Efeito da maré.

Uma vez que o percurso é estabelecida, é dever do navegador, segui-lo no menor tempo a não ser que as condições de tempo ditem ao contrário. De um modo geral, o uso súbito e excessivo do leme não é recomendado, pois diminui desnecessariamente a velocidade do navio. Na maioria dos casos, o piloto automático irá manter uma curso melhor do que o modo manual.

## **6.7 Registro Computadorizado**

Computadores fazem registro e análise da rota de modo fácil. A velocidade média é calculada a partir do tempo gasto no mar e a distância percorrida. O consumo médio de combustível pode ser feito da mesma forma. Alguns destes dados vão variar de acordo com a precisão do instrumento, condições meteorológicas ou alterações de rota. Estas são filtradas por comparar a velocidade e observar eventual atraso. Tal análise só é possível com instrumentos de medição bons e trabalho consciencioso. A plotagem destes dados em uma escala de tempo irá

mostrar o desenvolvimento dos custos de funcionamento ao longo do tempo. Os dados a serem utilizados pode ser combustível por unidade de distância, combustível por unidade de tempo e outros.

## **6.8 Calado ideal e a Estabilidade**

Dentro do limite do razoável, a regra é: quanto menor o calado, mais rápido o navio irá. Mas é importante que um lastro mais leve não comprometa a estabilidade do navio. Melhores calados serão os que fornecem maior velocidade e menor consumo. Navio com calado impróprio pode ser responsável por cerca de 3 por cento do consumo extra de combustível. Navio com uma tendência a “abicar”, terá de levantar a proa para aumento da eficiência energética e velocidade, e isto deve ser levado em consideração [prof. Luiz Otávio];[CBT SEAGULL. Computed Based training cd 97]

## **7 MANUTENÇÃO DO CASCO E A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**

Este capítulo introduzirá os efeitos da superfície do casco do navio no consumo de combustível.

### **7.1 Pintura anti-incrustante**

Uma tinta anti-incrustante requer anual docagem, porém as mais recentes tintas de auto-polimento podem ainda ser eficaz depois de um longo período. Os dados recolhidos a partir de diferentes registros de velocidade dão diferentes velocidades médias. A melhor maneira de encontrar a velocidade exata é a utilização de uma medida de referência. A distância deve ser coberta em ambas as direções e em média, de modo a eliminar quaisquer efeitos de um eventual fluxo de corrente ou de maré. Em qualquer caso, um livro de registro é utilizado mas, o registrador de velocidade eletrônico - speed log - deve ser um investimento importante em qualquer navio. Para encontrar o efeito da superfície do casco em termos de conservação de energia, é preciso comparar a velocidade e consumo de combustível. O método requer uma curva de referência mostrando a relação entre estes, para uma condição conhecida, como os dados da prova de mar. Além disso, é preciso contabilizar o calado variável, passo da hélice e as condições climáticas.

### **7.2 Rugosidade do Casco**

Mais que 20% do excesso de consumo de combustível podem ser atribuídas às más condições do casco, a extrema rugosidade da superfície e hélices. Um casco está sujeita a muitos tipos de irregularidades, tais como, descamação da tinta,

inchaços nas placas, a corrosão, as bordas soldadas, etc sua rugosidade é calculada como a diferença média entre a maior e menor leitura do micrômetro a uma distância de 50 mm. A rugosidade média da totalidade do casco é, em seguida, calculada sobre muitas destas leituras. Estas são feitas com um instrumento especial quando o navio estiver em docagem. Ele avalia se o casco deve ser jateado ou o hélice, polido. As medições de rugosidade do casco são recomendadas, tanto antes como depois da revisão do casco. A rugosidade da proa e outras partes críticas do casco terão mais influência do que as peças menos críticas sobre o desempenho global [FERREIRA; BARRIOS relatório 1].

### **7.3 Crescimento Marinho**

Crescimento marinho pode variar, dependendo dos tipos de tintas utilizadas, as águas navegadas, época do ano, período de permanência no porto. Ele vai começar com uma superfície pegajosa, o limo e desenvolver algas e, mais tarde, para cracas. Enquanto densas algas podem aumentar a resistência da superfície em até 40%, um denso crescimento de cracas pode muito bem dobrar este valor.

### **7.4 Manutenção**

Melhor manutenção do casco irá reduzir a rugosidade, e salvar o consumo de combustível. O crescimento marinho varia de acordo com sua frequência e da técnica utilizada. Como um exemplo, um diagrama pode mostra como o custo total irá variar com o tempo. A partir disso, pode-se estimar quantas vezes o navio deve docar de modo a manter as despesas totais tão baixas quanto possível.

Uma vez que a rugosidade média do casco atinja 300 micrometros, é o momento do condicionamento de todo o casco.

Isto acontece, em média, após sete anos.

O tipo de operação de navio e o intervalo de tempo vão ditar a escolha da pintura anti-incrustantes. Observe que o revestimento (pintura) repetido irá aumentar a rugosidade do casco. O método escolhido para o revestimento do casco determina a rugosidade resultante. Em condições ideais, em torno de 50 a 100 micrometros. Infelizmente, fatores como baixa temperatura, umidade, vento e equipamentos de pintura pobres podem aumentar a rugosidade resultante a 300 micrometros.

Uma vez que isso significa um aumento de consumo de combustível de cerca de 15%, é fácil entender a importância de executar um bom trabalho [CBT SEAGULL. Computed Based training cd 97].

## **7.5 tintas de auto-polimento**

Tinta para o casco está dando lugar ao revestimento de longo prazo e tintas auto-polimento. Estas novas tintas dão superfícies mais lisas e menos crescimento marinho. Por outro lado, eles são mais caros. Mas a experiência mostra que o investimento inicial vale a pena considerar, mesmo para embarcações menores, como o intervalo de docagem pode ser aumentado consideravelmente. O uso de revestimento anti-incrustantes convencionais ainda podem ser a escolha mais barata para as embarcações que precisam docar anualmente por razões tais como operações de quebra-gelo [CBT SEAGULL. Computed Based training cd 97].

## **8 MELHORIAS NA CONDUÇÃO DO MOTOR PRINCIPAL**

Os Motores Principais são os maiores emissores de gases de grande concentração de poluentes dos navios. Necessita então, de maior atenção.

### **8.1 Condições do cilindro**

A verificação diária é feita medindo:

- o consumo de óleo combustível
- a temperatura dos gases de descarga
- pressão máxima de combustão
- pressão do caixão de ar de lavagem

### **8.2 Controlando o Motor**

A eficiência no controle do Motor Principal requer bons instrumentos de medição. Isto inclui:

- fluxômetro de óleo combustível
- Instrumentos para medição da pressão de combustão e injeção,
- Pirômetros calibrados.

O fluxômetro é o instrumento chave no cálculo da Eficiência Energética. Frequentemente o consumo é medido por gramas por HP por hora.

### **8.3 Registro de Pressão**

Um experiente Chefe de Máquinas pode determinar se o Motor está funcionando a contento apenas analisando o diagrama de pressões máximas.

Aparelhos para a medição/plotagem de Pressão Máximas ( premax ) são usados em motores de rotação até aproximadamente 300 rpm. Motores de rotação maiores necessitam de plotagem eletrônica [CBT SEAGULL. Computed Based training cd 97].

#### **8.4 Medição dos Gases de descarga e ar de lavagem**

A formação e acúmulo de resíduos de carbono (carbonização) nos dutos dos gases de descarga reduz o rendimento do motor. A pressão de ar de lavagem é um indicador de acúmulo desta carbonização nestes dutos. Qualquer depósito na rede de descarga será registrado pela aferição das temperaturas dos gases e mesmo a produção de vapor. Indiretamente também indica a condição do turbo-soprador.

#### **8.5 Controle de vibração**

Os resultados da verificação da vibração são normalmente medida de controle de qualquer máquina rotativa, tais como, bombas, geradores elétricos, engrenagens, compressores e turbocompressores.

Quando a vibração ocorre, no motor à combustão, a baixa rotação, indica uma irregularidade no eixo, quando ocorre a média rotação, indica, normalmente, irregularidade em engrenagem e quando ocorre na rotação mais elevada, nos mancais. Para se detectar vibrações irregulares, necessitam-se, antes de tudo, registros anteriores para referências, como na prova de mar.

#### **8.6 Calibragem do Motor**

O motor deve ser devidamente calibrado pelo menos duas vezes por ano (ajuste do ponto do motor). Grande parte de sua perda de energia pode ser atribuída a uma ignição indevidamente regulada. Por exemplo, um atraso ignições aumenta o consumo de combustível em cerca de 1,5% por grau de ciclo do motor. Com carga reduzida e com combustível de má qualidade, o avanço do tempo de ignição pode ser vantajoso. Para os navios em execução em óleo pesado, boa viscosidade combustível obtido por pré-aquecimento, é importante. Os ajustes têm de ser recalculadas quando se muda a qualidade do combustível. Um aumento na temperatura do ar de lavagem aumenta o consumo de combustível. Se, por outro lado, a temperatura é muito baixa, dará origem à condensação e conseqüentemente à corrosão. Ajuste de temperatura correta é algo entre esses dois.

## **8.7 Manutenção**

A manutenção apropriada exige que seja executada a intervalos apropriados. O objetivo é fazer manutenções mais baratas em menos tempo e mais preventivamente.

O registro diário do comportamento do Motor ajuda avaliar as suas condições e como planejar o ciclo de manutenção (manutenção dita preditiva). Isto, neste caso, pode economizar cerca de 50 % do tempo gasto na manutenção [FERREIRA; BARRIOS relatório 1]

## **8.8 Modificações**

Algumas modificações podem fazer o Motor funcionar eficientemente, de modo mais econômico, são elas:

- De-rating
- Conversão de combustível
- Reciclagem do calor

De-rating é feita quando o Motor está em operação constantemente em carga reduzida. Ao fazer isso, a carga de trabalho ideal do motor é também reduzida, e sua carga máxima admissível também é reduzida. De-rating consiste em:

- Ajuste do timing de ignição,
- Novos diâmetros de Pulverização dos injetores (injetores novos apropriados),
- Fazer modificações no turbocompressor,
- Modificação do sistema de válvulas.

## **8.9 Aditivos**

Vários aditivos são usados para reduzir o consumo de óleo combustível, mas esta mistura resulta em ganho mínimo. Um bem ajustado motor não lucra com aditivos. Isto é um meio dispendioso, e pouco eficaz. Entretanto, óleo combustível com pouca capacidade calorífica e motores com acúmulo de resíduos de carbono, carbonização, pode necessitar de certos aditivos. O mais coerente é remover os depósitos indesejados e, o quanto antes, utilizar combustível de melhor qualidade.

## 9 EFICIENTE USO DO VAPOR

Utilização de vapor é uma área em que as principais economias de combustível são possíveis. É importante que todo o vapor que entra no aquecedor seja transformado em água antes de deixar o aquecedor. Ou seja, sem permitir que o vapor seco não trabalhado escape. A maneira eficaz de verificar isso é usando o purgador automático. Esta é uma válvula que se abre quando o condensado é detectado e se fecha quando o vapor está presente. Uma das maiores economias de energia, no entanto, vêm da utilização direta de calor no condensado. Para cada subida de 5°C na temperatura da água de alimentação da caldeira utilizada será de cerca de 1% a menos de combustível ( manual Aalborg, Navio Flumar Brasil).

Os dois principais meios de se tornar o uso do vapor mais eficiente são:

- evitar o uso desnecessário de vapor;
- prevenindo vazamentos de vapor.

## 10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a efetiva participação da sociedade em fóruns de decisão, faz-se necessário que a população esteja consciente dos custos e benefícios de uma determinada política. A conscientização deve se dar por meio de educação nas escolas, de modo a criar-se uma cultura da eficiência energética e de outros recursos naturais, vinculada a sua finitude e o não desperdício. Os ensinamentos sobre o meio ambiente e as questões energéticas, entre elas a da eficiência deverá constar na grade curricular das escolas desde a infância, seguindo durante o ensino fundamental e o ensino médio.

Outro ponto a ser considerado é a educação para a sociedade em geral. As questões ambientais e energéticas também devem ser divulgadas à sociedade de uma forma geral, com vistas a criar uma cultura do não desperdício, da preocupação da conservação da natureza e dos recursos naturais, etc. A contrapartida da sociedade no processo educativo é a responsabilização pelas atitudes tomadas. Na medida em que este é um assunto coletivo, em que cada qual tem uma responsabilidade, cabe a cada um fazer a sua parte. Assim desde a troca de lâmpada por uma mais eficiente, a participação nas audiências públicas, a contribuição para o conteúdo de uma regulamentação, na pressão por uma atuação incisiva do Estado na regulação, etc., tudo isso faz parte da manifestação pública, da atuação no papel do cidadão. A informação está associada à educação e a conscientização.

A educação é um processo que leva o indivíduo a ter um conhecimento maior sobre os assuntos em geral. A informação é mais pontual. Ela esclarece a sociedade sobre fatos, fatores e dados que dizem respeito a determinado assunto. Nesse caso, à eficiência energética, a energia e ao meio ambiente. Sem a informação não há chance da sociedade pensar a respeito de um determinado assunto e tomar atitudes com respeito a essas questões. A transparência das informações se fazem necessárias para se efetivar a participação da sociedade. Marketing é a publicidade da informação, de modo a torná-la o mais abrangente possível. Se a informação não chegar aos usuários, estes não vão ter condições de fazer a sua escolha no sentido de se ter o compromisso citado acima com a eficiência energética e com a política ambiental. Esse é o papel do marketing.

Chamar a atenção sobre determinado assunto. A divulgação do potencial de eficiência energética em todos os setores, e em paralelo, do potencial de preservação ambiental, são requisitos básicos para se enfatizar e implementar uma política de eficiência energética aliada à política ambiental. A divulgação deve ter um cunho amplo para que a população, as empresas, indústrias etc. possuam informações acerca das vantagens e desvantagens da eficiência energética, por meio do conhecimento dos programas que já estão sendo e que podem vir a ser implementados. Isso permitirá a possibilidade de conscientizar os diversos atores sociais para os benefícios possíveis, contribuindo para as políticas e programas implementados, bem como estimular a mudança de comportamento, introduzindo novos hábitos de uso eficiente de energia. A sociedade consciente irá facilitar a implementação dos programas e políticas de eficiência energética e ambiental.

## REFERÊNCIAS

ÁVILLA, Fabiano. **OMI aprova regulamentação para emissões de navios.** Carbonobrasil/Agências Internacionais. Disponível em: [http://www.institutocarbonobrasil.org.br/reportagens\\_carbonobrasil/noticia=728029](http://www.institutocarbonobrasil.org.br/reportagens_carbonobrasil/noticia=728029). Acessado em agosto de 2013.

BARBOSA, Rafael. **Conceito Modal Marítimo.** Artigo. Disponível em: <http://modalmaritimo.blogspot.com.br/2013/03/conceito-modal-maritimo.html>. Acessado em: 30 julho de 2013.

BOECHAT LEGG, Raphael. AZEVEDO FARIAS, Luiz Felipe **Projeto de Sistemas Oceânicos II.** Projeto. Engenharia Naval e Oceânica. Coppe/UFRJ Escola & Politécnica/UFRJ. Disponível em: [http://www.oceanica.ufrj.br/deno/prod\\_academic/relatorios/2009/legg-farias/relat1/relat1.htm](http://www.oceanica.ufrj.br/deno/prod_academic/relatorios/2009/legg-farias/relat1/relat1.htm). Acessado em: 20 de agosto de 2013.

CRN, **Construção e Reparo Naval.** Notas de aula. Rio de Janeiro, CIAGA, APMA 2/2013

COPEL **Fator De Potência: Como Transformá-Lo Em Um Fator De Economia.** Disponível em: [https://www.google.com.br/?gws\\_rd=cr&ei=UoshUu-QM46I9gSx7YGoAg#psj=1&q=+www.copel.com%2Fhpcopel%2Froot%2F...%2Ffator\\_de\\_potencia%2F...%2Ffator\\_potencia](https://www.google.com.br/?gws_rd=cr&ei=UoshUu-QM46I9gSx7YGoAg#psj=1&q=+www.copel.com%2Fhpcopel%2Froot%2F...%2Ffator_de_potencia%2F...%2Ffator_potencia). Acessado em: 18 de agosto de 2013.

EDUARDO, Mikail. **Finlândia constrói navio mais ecológico do mundo.** Disponível em: <http://www.blogdaengenharia.com/finlandia-constroio-navio-mais-ecologico-do-mundo/>. Acessado em 15 julho de 2013

FARIELLO, Danilo. O Globo. **Navios brasileiros não correm mais risco de rejeição no exterior.** Disponível em: <http://extra.globo.com/noticias/economia/navios-brasileiros-nao-correm-mais-risco-de-rejeicao-no-externo-8583248.html#ixzz2d958f9aU>

FERREIRA DE SANTANA, Luiz Filipe. BARRIOS GUNDELACH, Martin Alexander. **Projeto do navio graneleiro “de nederlandse” – rota paranaguá-rotterdam (soja/fertilizante)** relatório 1. Disponível em [http://www.oceanica.ufrj.br/deno/prod\\_academic/relatorios/2012/Martin+LuizFilipe/relat1/Relat1\\_LuizFilipe\\_Martin\\_REV17.htm](http://www.oceanica.ufrj.br/deno/prod_academic/relatorios/2012/Martin+LuizFilipe/relat1/Relat1_LuizFilipe_Martin_REV17.htm). acessado em 30 de agosto de 2013.

FERREIRA DE SANTANA, Luiz Filipe. BARRIOS GUNDELACH, Martin Alexander **Projeto do Navio Graneleiro “De Nederlandse” – Rota Paranaguá-Rotterdam (Soja/Fertilizante).** Relatório 2. Disponível em: [http://www.oceanica.ufrj.br/deno/prod\\_academic/relatorios2012.htm](http://www.oceanica.ufrj.br/deno/prod_academic/relatorios2012.htm). acessado em: acessado em 30 de agosto de 2013.

MAQ 11. **Gerenciamento de Máquinas Marítimas e Sistemas Associados.** Notas de aula - julho de 2013. Rio de Janeiro, CIAGA, APMA 2/2013.

**GESAMP 2005 Joint Group of experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection.** Artigo científico. Disponível

em:[http://www.gesamp.org/data/gesamp/files/media/Publications/GESAMP\\_The\\_New\\_GESAMP\\_Science\\_for\\_Sustainable\\_Oceans/gallery\\_1043/object\\_1043\\_large.pdf](http://www.gesamp.org/data/gesamp/files/media/Publications/GESAMP_The_New_GESAMP_Science_for_Sustainable_Oceans/gallery_1043/object_1043_large.pdf). Acessado em: 01 de julho de 2013.

HESPANHOL, Ivanildo. **Um Novo Paradigma para a Gestão de Recursos Hídricos**, pg 197. ED. 2008. Biblioteca do Navio Flumar Brasil.

MAN B&W. **Low Speed Engines - Guide Tools**. 2010. Disponível em: [http://www.mandieselturbo.com/0000077/Products/Marine-Engines-and-Systems/Low-Speed\\_html](http://www.mandieselturbo.com/0000077/Products/Marine-Engines-and-Systems/Low-Speed_html)\_ Acesso em: 20/03/2013.

MARPOL 73/78. *International Maritime Organization. International Convention for the prevention of pollution from ships, 1973, as modified by the protocol of 1978.*

MENKES, Monica **Eficiência energética, políticas públicas e sustentabilidade**, 295 p. 2004. Tese (Doutorado). Universidade de Brasília. Centro de Desenvolvimento Sustentável.

NIELS B., Clausen. **marine diesel engines how efficient can a two-stroke engine be?** Disponível em: <http://www.shipefficiency.org/onTEAM/pdf/Clausen.pdf>. Acesso em 3 de agosto 2013.

PNUMA 2005. **Marine Litter, an analytical overview**. Artigo científico em PDF. Disponível em:

[http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CEcQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.unep.org%2Fregionalseas%2Fmarinelitter%2Fpublications%2Fdocs%2Fanl\\_overview.pdf&ei=I4A0Uv6QNobq9ASWo4HQDg&usq=AFQjCNGKc2NiieyCtuF3VH3B17ISYNRTAQ&sig2=1rtcTvzFu5tU9GI14Q\\_frQ&bv=bv.52164340,d.eWU](http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CEcQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.unep.org%2Fregionalseas%2Fmarinelitter%2Fpublications%2Fdocs%2Fanl_overview.pdf&ei=I4A0Uv6QNobq9ASWo4HQDg&usq=AFQjCNGKc2NiieyCtuF3VH3B17ISYNRTAQ&sig2=1rtcTvzFu5tU9GI14Q_frQ&bv=bv.52164340,d.eWU). Acessado em: 01 de maio de 2013

POLESE, Everton Luis. **Eficiência energética em sistemas de bombeamento : uso do variador de frequência** . 2010. TCC ( graduação). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Curso de Engenharia Civil. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/26035>. acessado em: 31 de agosto de 2013.

SACHS, IGNACY. **Do crescimento econômico ao Ecodesenvolvimento**. In: **Desenvolvimento e Meio ambiente no Brasil**.. Porto Alegre. Palotti. Florianópolis. APED, 1998.

SEAGULL . **Energy Conservation**. Computer-Based Training Systems for the Maritime Industry (CD 97). Disponível em: <http://www.ship-technology.com/contractors/simulators/seagull> . Acessado em: Julho /2013.

TARANTOLA, Andrew. **O maior navio do mundo é montado como kit lego**.

Disponível em: <http://gizmodo.uol.com.br/video-construcao-maior-navio-do-mundo/> Acessado em: agosto de 2013.

**Tecnologia da ExxonMobil produz o maior navio transportador de GNL do mundo.** Eastern Daylight Time. Disponível em: <http://www.businesswire.com/news/home/20081217005720/pt/>. Acessado em junho de 2013.

VALLE FILHO, Gilberto Doria do. **Avaliação das instalações de máquinas em navios visando redução do uso de combustível fóssil.** 103 p. 2011. Dissertação(mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo Departamento de Engenharia Naval e Oceânica

**vessel tecnollogy.** Artigo científico. Disponível em: [http://www.hapag-lyoyd.com/en/about\\_us/environment\\_vessel\\_technology.html#stripe5248](http://www.hapag-lyoyd.com/en/about_us/environment_vessel_technology.html#stripe5248)