



MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAL DE MÁQUINAS

DIEGO SARAIVA MONTEIRO

IMPACTO DA ENTRADA EM VIGOR DA REGRA 14 DO ANEXO VI DA MARPOL
NO TRANSPORTE MARITIMO.

RIO DE JANEIRO

2018

DIEGO SARAIVA MONTEIRO

IMPACTO DA ENTRADA EM VIGOR DA REGRA 14 DO ANEXO VI DA MARPOL NO
TRANSPORTE MARITIMO.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada como Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Máquinas do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, como parte dos requisitos para obtenção do Certificado de Competência Regra III/2 de acordo com a Convenção STCW 78 Emendada.

Orientador:

RIO DE JANEIRO

2018

DIEGO SARAIVA MONTEIRO

IMPACTO DA ENTRADA EM VIGOR DA REGRA 14 DO ANEXO VI DA MARPOL NO
TRANSPORTE MARITIMO.

Monografia apresentada como Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Máquinas do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, como parte dos requisitos para obtenção do Certificado de Competência Regra III/2 de acordo com a Convenção STCW 78 Emendada.

Data da Aprovação: ____/____/____

ORIENTADOR

Professor Engo. Hermann Regazzi Gerke

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: _____

Assinatura do Aluno

A todos aqueles que de alguma forma estiveram e estão próximos de mim, fazendo esta vida valer cada vez mais a pena.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os professores, em especial ao professor Hermann, por me proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação de caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, por tanto que se dedicaram a mim, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender. A palavra mestre, nunca fará justiça só a professores dedicados só a quais sem nominar terão os meus eternos agradecimentos.

Agradecimento também ao CLC Jones Alexandre Barros Soares pela entrevista realizada que foi uma verdadeira bússola na pesquisa sobre o assunto desse trabalho.

RESUMO

Decidi pela elaboração desse trabalho após experiências obtidas na navegação em áreas em que já foi adotada a regra 14 do anexo VI da convenção MARPOL (AREAS ECA) e observações sobre as cobranças das autoridades locais e as contrapartidas que a empresa a qual trabalho está realizando para adequação a essa regra. Outro motivo para a escolha do tema foi a raridade de materiais escritos a respeito. Grande parte dos materiais a serem analisados foram coletados de seminários e sites de outros países. Em conversas com os responsáveis técnicos da minha empresa, foram reveladas sobre os impactos econômicos que essa regra irá causar no transporte marítimo por causa do preço bem maior do combustível de baixo enxofre e sobre o que a minha empresa e outros armadores já estão realizando para adequação a essa regra: Como por exemplo, o aprimoramento da eficiência energética ou mudança na planta energética do navio para o consumo de gás natural. Paralelamente aos impactos econômicos que virão, achei interessante fazer uma abordagem sobre o histórico do anexo VI da MARPOL até a chegada da regra 14 e sobre os estudos ambientais que já foram feitos e em curso sobre os benefícios da entrada em vigor da regra 14. Assim: Qual o impacto que a entrada em vigor da regra 14 do anexo VI da MARPOL irá causar no transporte e comércio marítimo? A metodologia utilizada foi a de entrevista e análises de documentos. A entrevista foi realizada com o CLC Jones Alexandre Barros Soares, funcionário da Transpetro, no dia 29 de agosto de 2018 entre as 13:30 e 16:00 na sede da Transpetro no Rio de Janeiro. O mesmo é o responsável técnico pelo grupo de estudo relacionado a melhorias na eficiência energética. Os documentos analisados serão os "workshops", seminários, sites e publicações especializadas da marinha mercante, normas técnicas Petrobras e livros indicados pelo CLC Jones e professor orientador Hermann.

Palavras-chave: Combustível de baixo enxofre. Eficiência energética. Impacto econômico (aumento do frete). Impacto ambiental (redução da poluição).

ABSTRACT

I have decided to draw up this work after the experience gained in navigation in areas where Regulation 14 of Annex VI to the MARPOL Convention (AREAS ECA) has already been adopted and comments on the charges of local authorities and the counterparts that the company which I work for compliance with this rule. Another reason for choosing the theme was the rarity of written materials about it. Most of the materials to be analyzed were collected from seminars and websites from other countries. In discussions with my company's technical leaders, they have been revealed about the economic impacts that this rule will cause on shipping because of the much higher price of low sulfur fuel and what my company and other shipowners are already doing for suitability to this rule: For example, improving energy efficiency or changing the ship's energy plan for the consumption of natural gas. In parallel to the economic impacts to come, I found it interesting to approach the history of MARPOL Annex VI until the arrival of rule 14 and the environmental studies that have already been done and are under way on the benefits of the entry into force of rule 14. Thus: What impact will the entry into force of regulation 14 of MARPOL Annex VI cause in maritime transport and trade? The methodology used was the interview and analysis of documents. The interview was held with CLC Jones Alexandre Barros Soares, an employee of Transpetro, on August 29, 2018 between 13:30 and 16:00 at the headquarters of Transpetro in Rio de Janeiro. The same is the technical head of the study group related to improvements in energy efficiency. The documents analyzed will be the workshops, seminars, websites and specialized publications of the merchant navy, technical standards Petrobras and books indicated by the CLC Jones and supervisor teacher Hermann.

Keywords: Low sulfur fuel. Energy efficiency. Economic impact (increase of freight). Environmental impact (reduction of pollution).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Mecanismo de formação de fuligem, segundo Garcia.....	13
Figura 2 –	Reações de origem ao CO segundo Garcia	14
Figura 3 –	Influência do teor de nitrogênio no óleo na emissão de NO_x para vários excessos de ar. Segundo Garcia.....	15
Figura 4 –	Ponto de orvalho para o enxofre, segundo Garcia.....	17
Figura 5 –	Relação entre a concentração de SO₂ e o tempo de exposição, segundo Garcia.....	18
Figura 6 –	Desenho de uma planta de “scrubbers”,segundo BABICZ.....	26
Figura 7 –	Evolução esperada do número de “scrubbers”, segundo NOTA PETROBRAS.....	27
Figura 8 –	LNG em uma embarcação offshore, segundo Sardinha.....	29
Figura 9 –	Navio cujo MCP foi convertido para o uso de LNG, segundo Sardinha.....	30
Figura 10 –	Navio E SHIP, segundo Cintra.....	31
Figura 11 –	Navio mercante com propulsão nuclear Otto Hahn, segundo Cintra.....	32
Figura 12 –	Esquema de um navio híbrido, segundo SINAVAL.....	33
Figura 13 –	Estatística em navio tanque, segundo Tullberg.....	35
Figura 14 –	Estatística em navio de carga geral, segundo Tullberg.....	35
Figura 15 –	Tela do ENIRAM ROUTE, segundo ENIRAM ROUTE.....	36
Figura 16 –	Organograma do funcionamento do ENIRAM SKYLIGHT, segundo ENIRAM SKYLIGHT.....	37
Figura 17 –	Tela do ENIRAM TRIM, segundo ENIRAM TRIM.....	38
Figura 18 –	Tela do ENIRAM SPEED FUEL PERFORMACE, segundo ENIRAM SPEED PERFORMACE.....	39
Figura 19 –	ENERGOFLOW, segundo WARTSILA ENERGLOW.....	40
Figura 20 –	Gráficos do Energoflow, segundo WARTSILA ENERGOFLOW.	41
Figura 21 –	Gráficos da eficiência em função do ângulo, segundo WARTSILA ENERGOFLOW.....	41

Figura 22 –	Gráficos de economia de um navio tanque, segundo	
	WARTSILA.....	42
Figura 23 –	Navio construído com “bulbles”, segundo Walkett.....	43
Figura 24 –	Esquema de uma conexão de energia de porto, segundo Agarwal.	45

SUMÁRIO

1	INTRODUCAO.....	11
2	OS PRINCIPAIS POLUENTES ATMOSFÉRICOS.....	12
2.1	MATERIAIS PARTICULADOS.....	12
2.2	MONÓXIDO DE CARBONO.....	14
2.3	ÓXIDOS DE NITROGÊNIO.....	14
2.4	ÓXIDOS DE ENXOFRE.....	16
3	O QUE É A REGRA 14 DO ANEXO VI DA MARPOL?.....	19
3.1	HISTÓRICO DA LEGISLAÇÃO ATÉ A CHEGADA A REGRA 14 E UM POSSÍVEL FUTURO DAS LEIS.....	19
3.2	DEFINIÇÃO.....	20
4	CONSEQUENCIAS SOBRE O TRANSPORTE MARITIMO E O MEIO AMBIENTE.....	22
4.1	IMPACTO FINANCEIRO.....	23
5	AÇÕES DOS ARMADORES EM CONTRA PARTIDA A REGRA 14.	25
5.1	MUDANÇAS NAS PLANTAS ENERGÉTICAS.....	25
5.1.1	Instalação de “scrubbers”.....	25
5.1.2	Uso do LNG.....	28
5.1.3	Outros tipos de propulsão.....	30
5.1.3.1	Propulsão eólica.....	31
5.1.3.2	Energia Nuclear.....	31
5.1.3.3	Propulsão híbrida / elétrica.....	32
5.2	ESTUDOS SOBRE A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	33
5.2.1	Uso de tintas anti- incrustante.....	33
5.2.2	Uso de software para o auxílio na eficiência energética.....	36
5.2.3	Instalação do “energoflow”.....	39
5.2.4	O que é o “bulbless”?.....	42
5.2.5	Energia de porto, “shore power” ou “cold ironing”.....	43
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46
	REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUCAO

A poluição atmosférica causada pelo transporte marítimo, manifesta-se quase que integralmente através da emissão pelos navios, de gases de efeito de estufa (“GHG Greenhouse Gas”) envolvendo o dióxido de carbono (CO₂) e pela emissão de poluentes, incluindo os óxidos de azoto (NO_x), óxidos de enxofre (SO_x) e material particulado (“PM Particulate Matter”).

O transporte marítimo é atualmente responsável por mais de 3% das emissões globais de CO₂, e as emissões totais deste setor continuam a aumentar devendo chegar a 5% até 2050. De fato, as emissões de poluentes atmosféricos derivadas de navios estão a crescer constantemente enquanto as emissões terrestres estão a cair gradativamente. Atualmente, e apenas na UE, o transporte marítimo é responsável pela emissão de 4% dos gases de efeito de estufa.

O Transporte Marítimo desloca 90% das mercadorias de todo o mundo, inclusive vestuário, alimentos, brinquedos, equipamentos, materiais, energia e matérias-primas. Cerca de 70 mil navios mercantes cruzam os oceanos todos os dias, inclusive navios porta-contentores, navios petroleiros, navios de carga geral, carga a granel e linhas de cruzeiro.

Em 2000, apenas nos mares que circundam a Europa (o Mar Báltico, o Mar do Norte, a parte nordeste do Atlântico, o Mediterrâneo e o Mar Negro), as emissões decorrentes da navegação internacional foram estimadas em 2,3 milhões de toneladas de dióxido de enxofre (SO₂), aproximadamente de 3,3 milhões de toneladas de óxidos de azoto (NO_x) e 250 mil toneladas de material em partículas (PM). Em um cenário normal, estas emissões podem crescer 40 a 50% até 2020.

Se nada for feito, em 2020, o transporte marítimo que circula na Europa, será o maior emissor de óxidos de azoto, ultrapassando mesmo as emissões de NO_x de todas as fontes terrestres da EU unidas.

2 OS PRINCIPAIS POLUENTES ATMOSFÉRICOS

Os poluentes possíveis de serem formados durante a queima de qualquer combustível orgânico são:

Materiais particulados;

- Óxidos de enxofre (SO_2 e SO_3);
- Monóxidos de carbono (CO) e dióxidos de carbono (CO_2);
- Óxidos de nitrogênio (NO, N_2O e NO_2).

As quantidades destes poluentes dependerão naturalmente dos combustíveis usados, dos modelos dos equipamentos de queima, do seu estado de conservação e também das condições de operação destes equipamentos.

A seguir discutiremos rapidamente as características dos poluentes de modo a entendermos melhor o que ocorre e o impacto no meio ambiente.

(GARCIA,2002)

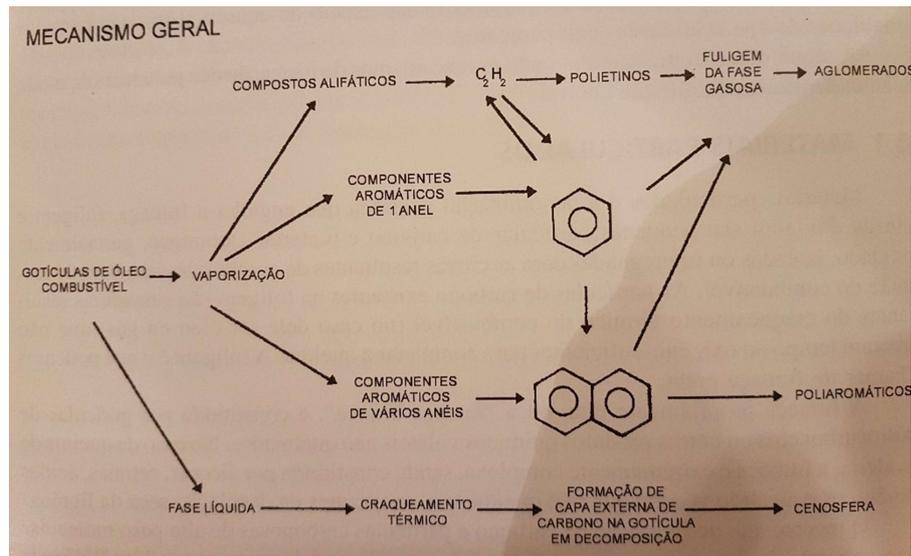
2.1 MATERIAIS PARTICULADOS

Materiais particulados é a denominação genérica que engloba a fumaça, fuligem e cinzas. Fuligem são pequenas partículas de carbono e material carbonoso, parcialmente oxidado, isoladas ou impregnadas com as cinzas resultantes da combustão completa do restante do combustível. As partículas de carbono existente na fuligem são cenosferas resultantes do craqueamento térmico do combustível (no caso dele ser óleo ou gás) que não tiveram tempo ou oxigênio suficientes para completar a queima. A fuligem é o que podemos chamar de fumaça preta.

A fumaça propriamente dita, ou a fumaça branca, é constituída por gotículas de hidrocarbonetos ou outros químicos voláteis não queimados.

Mecanismo geral de formação de fuligem:

Figura 1 - Mecanismo de formação de fuligem, segundo GARCIA.



Fonte: elaborado pelo autor

Observe-se que nem todos os hidrocarbonetos aromáticos serão levados às últimas instâncias, isto é, a negro de fumo ou coque. Haverão sempre moléculas poliaromáticas intermediárias. Algumas altamente cancerígenas como o benzo-pireno aderidas às partículas de fuligem, o que torna estas partículas mais agressivas à saúde animal e humana.

Esta é uma razão adicional para se procurar sempre minização da geração de fuligem. Na queima de combustíveis líquidos esta geração se dá sempre na região entre a superfície do combustível e as chamas circunvizinhas, isto é, sempre em uma região rica em combustível. A quantidade de fuligem produzida pode ser grandemente reduzida com a diminuição do diâmetro das gotículas de combustível e com o aumento da velocidade destas gotinhas em relação ao ar de queima, altas velocidades de injeção em relação ao ar resultarão em uma minização da emissão de particulados.

As cinzas também se constituem em material particulado. São formadas pelos resíduos inorgânicos deixados na queima completa do combustível. Os componentes mais comuns das cinzas de óleos derivados de petróleo são: Sódio, vanádio, sílica, magnésio, níquel, cálcio, ferro e cobre. Do ponto de vista de poluição é de se citar a importância do vanádio (na forma de V_2O_5) que catalisa a formação de SO_3 nos gases de combustão. Além deste metal, constitui preocupação cada vez maior o níquel, uma vez que o seu óxido é cancerígeno e, por esta razão, em alguns países já se começou a restringir a sua emissão resultante da queima de combustíveis que o contenham.

À critério de curiosidade, para se monitorar a emissão de particulados de forma contínua em uma chaminé, seja de navios ou outra planta industrial, usa-se o opacímetro que mede a opacidade dos gases que saem pela chaminé. Particularmente, em navios são obrigatórios nas chaminés de caldeiras e são dotadas de níveis de alarme.

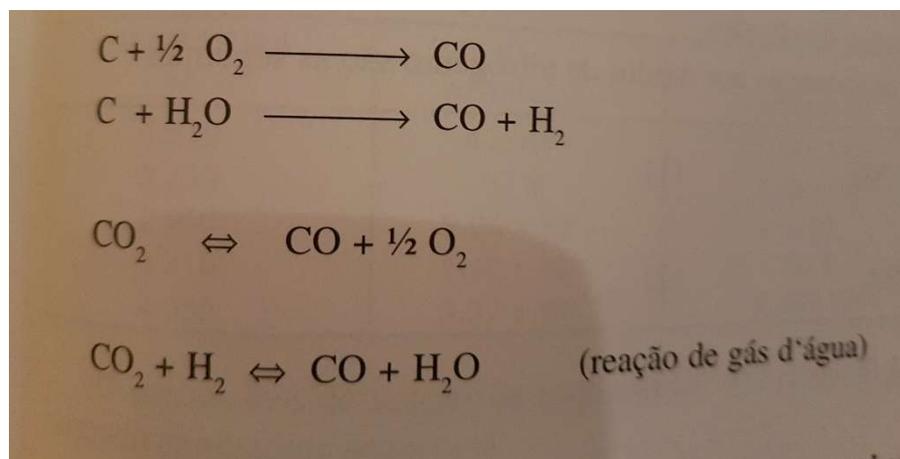
(GARCIA,2002)

2.2 MONÓXIDO DE CARBONO

O monóxido de carbono (CO) é um gás inodoro e sem cor, formado na combustão incompleta de qualquer carbonoso. É um gás altamente venenoso pois reage com a hemoglobina das hemácias do sangue formando carboxihemoglobina, que torna a hemoglobina incapaz de capturar o oxigênio e realizar assim a troca gasosa oxigênio x gás carbônico nos pulmões. O seu limite de tolerância é de apenas 39 cm³/m³ de ar.

As reações que dão origem ao CO são as seguintes:

Figura 2 – Reações de origem ao CO segundo GARCIA .



Fonte: elaborado pelo autor

Naturalmente a concentração de CO nos gases de combustão vai depender muito da temperatura dos gases e do excesso de ar na combustão. Baixos excessos de ar levam a altos teores de CO a uma dada temperatura.

(GARCIA,2002)

2.3 ÓXIDOS DE NITROGÊNIO

Os óxidos de nitrogênio, denominados genericamente de NO_x , São os seguintes: NO ; NO_2 ; N_2O ; N_2O_4 ; NO_3 ; N_2O_6 ; N_3O_4 ; N_2O_7 .

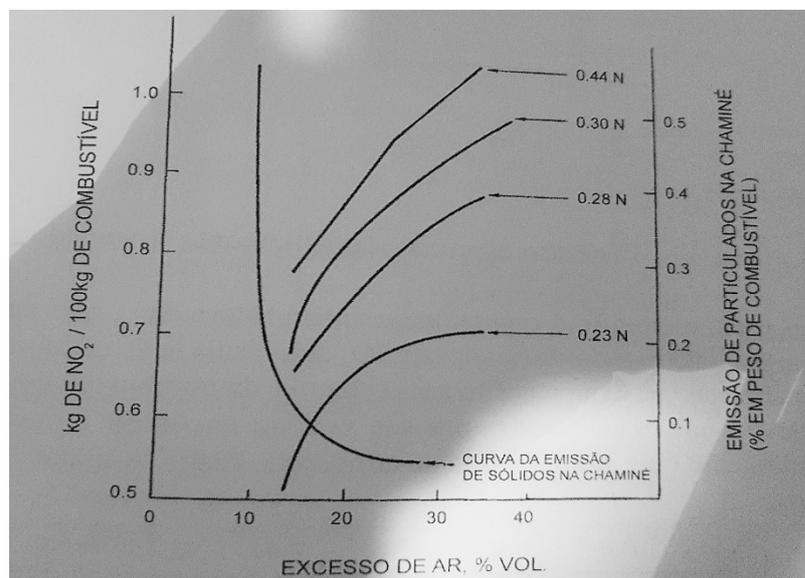
Os óxidos de nitrogênio são formados na queima de combustíveis a partir do nitrogênio do ar usado na queima e a partir do nitrogênio contido eventualmente no combustível. Assim, mesmo combustíveis isentos de compostos nitrogenados, tais como gás natural, GLP e gasolina, formam NO_x ao serem queimados.

As principais reações de formação dos óxidos de nitrogênio são as seguintes:



Os inconvenientes dos óxidos de nitrogênio na atmosfera são vários. O maior problema é talvez a formação de ácido nítrico (HNO_3), a partir do NO_2 , que juntamente com o ácido sulfúrico produzido pela emissão de SO_x , causa problemas de corrosão em metais, mármore e outras pedras, além das chuvas ácidas que destroem florestas e tornam lagos tão ácidos que impedem a vida de peixes.

Figura 3 – Influência do teor de nitrogênio no óleo na emissão de NO_x para vários excessos de ar. Segundo GARCIA



Fonte: elaborado pelo autor

Dessa forma, uma ação eficiente na redução do NO_x seria o aperfeiçoamento dos equipamentos (queimadores) no uso mínimo dos excessos de ar.

Um outro problema é causado pelo N_2O que, nas altas camadas da atmosfera, reage com o ozônio prejudicando a camada protetora da terra contra os raios ultravioletas. O NO_2 nas

camadas baixas da atmosfera tem efeito oposto: Ao receber radiação ultravioleta libera oxigênio atômico que, por sua vez, forma ozônio. O ozônio, nestas circunstâncias pode reagir com hidrocarbonetos e formar compostos poluentes fotoquímicos, isto é, levando a formação de neblinas secas poluídas.

Os óxidos de nitrogênio também podem ser metabolizados no corpo formando nitros aminas, as quais são cancerígenas do cérebro, rins, bexiga, fígado, esôfago, estomago, língua e seios nasais.

(GARCIA,2002)

2.4 ÓXIDOS DE ENXOFRE

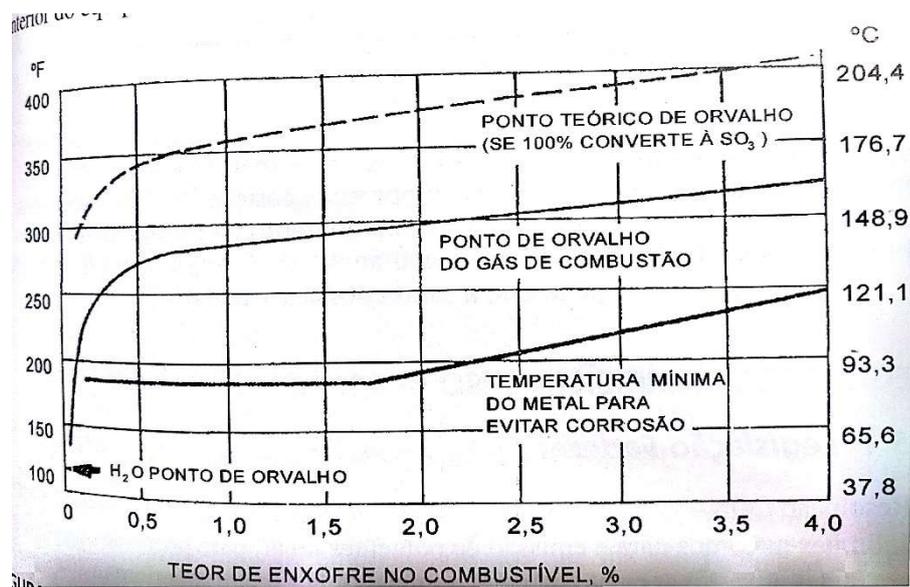
O enxofre nos combustíveis é um dos piores poluentes existentes, devido à corrosão que causa, à formação de chuvas ácidas e aos problemas respiratórios que causa na população.

O enxofre nos combustíveis pode estar presente nas seguintes formas: Mercaptans (R S H), sulfetos (R S R), dissulfetos (R S S R), tiofenos (R-C R-C S C-R C-R), polissulfetos (R-S_m-R) e gás sulfídrico.

Nos carvões minerais o enxofre aparece frequentemente associado como pirita ou seus derivados.

Com a combustão o enxofre é rapidamente convertido a SO₂, que pode ser lançado desta forma na atmosfera ou ser transformado em SO₃ através da ação catalítica do pentóxido de Vanádio, normalmente, presente nas cinzas resultantes da combustíveis de óleos minerais. Pesados e dos carvões minerais. O SO₃, por sua vez, ao encontrar água, resultante da combustão do hidrogênio ou a água contida na atmosfera, reage formando ácido sulfúrico. Para a formação desse ácido sulfúrico, deve-se levar em consideração o cálculo do ponto de orvalho dos combustíveis, dado este que será determinante da temperatura mínima a ser mantida na saída dos gases de chaminé de forma a ser evitada a condensação de ácido no interior do equipamento (fornos, caldeiras, pré-aquecedores, etc).

Figura 4 – Ponto de orvalho para o enxofre, segundo GARCIA.

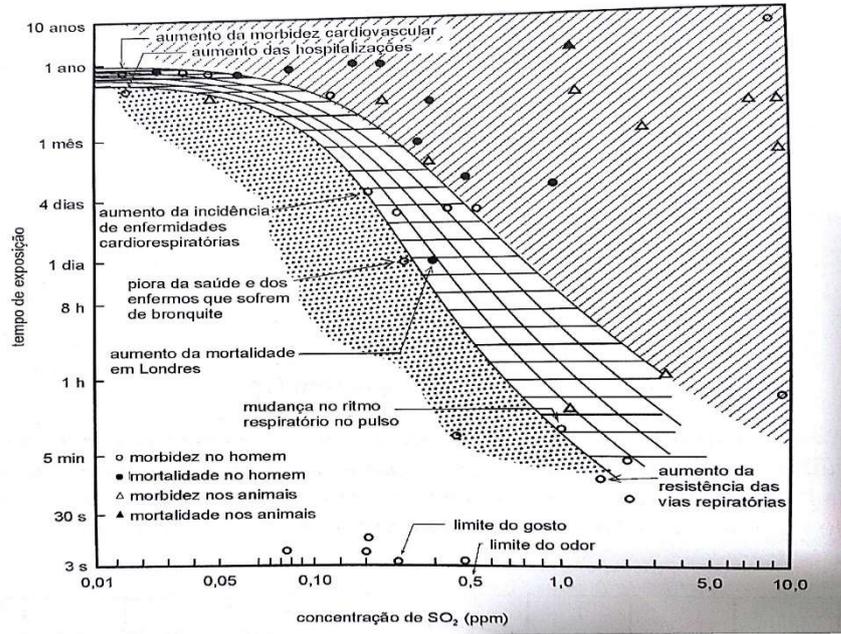


Fonte: elaborado pelo autor

Os óxidos de enxofre são bastantes perniciosos à saúde humana, dos animais e das plantas. A figura 5 mostra os efeitos do dióxido de enxofre na saúde de animais e pessoas para vários graus de concentração e de tempos de exposição. Esta figura é particularmente interessante, pois permite interferir os efeitos deste poluente sobre a saúde de populações vizinhas a fontes poluidoras ou imersas por longos tempos em atmosferas poluídas pelo oxido de enxofre.

(GARCIA,2002)

Figura 5 – Relação entre a concentração de SO₂ e o tempo de exposição, segundo GARCIA,2002.



Fonte: elaborado pelo autor

3 O QUE É A REGRA 14 DO ANEXO VI DA MARPOL?

3.1 HISTÓRICO DA LEGISLAÇÃO ATÉ A CHEGADA A REGRA 14 E UM POSSÍVEL FUTURO DAS LEIS.

A “International Maritime Organization” (IMO) e a agência da Organização das Nações Unidas (ONU) para estabelecer padrões mundiais para a segurança, a proteção e o desempenho ambiental da navegação marítima internacional. O “Marine Environment Protection Committee” (MEPC) é um dos comitês da IMO e, desde 1973, executa regras para prevenir a poluição decorrente das operações de navegação marítima (“The International Convention for the Prevention of Pollution from Ships” - 1973, mais conhecida por MARPOL 73). A Convenção foi sucessivamente alterada e, para lidar com a poluição do ar advinda da navegação marítima, em 1997, começou a tratar das emissões de enxofre (S) pelos navios. Assim, estabeleceu um limiar global no teor de enxofre nos combustíveis e um limiar suplementar (mais rigoroso) em águas específicas, conhecidas como áreas de controle de emissões (ECAs, da sigla em inglês). O limiar de enxofre nos combustíveis navais foi sendo reduzido ao longo do tempo, tanto para o limiar global como para as ECAs.

(NOTA PETROBRAS,2018)

Em 2008, a Organização Marítima Internacional (IMO) reviu as normas sobre o teor de enxofre dos combustíveis marítimos (contido no Anexo VI da MARPOL Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios). Em outubro de 2012, as normas foram transpostas legalmente na Europa. Nos termos da legislação da UE em vigor:

A partir de 2015, os navios que naveguem nas zonas de controle de emissões de SO_x (“SECAs Sulphur Emission Control Areas”), não podem utilizar combustível com mais de 0,1% de enxofre. As SECAs europeias incluem atualmente o Mar Báltico, o Mar do Norte e o Canal da Mancha;

Mundialmente os navios terão que diminuir o teor de enxofre do seu combustível para um máximo de 3,5% em 2012 e para 0,5% em 2020. Enquanto para a IMO, este limiar será suscetível a revisão em 2018, a UE resolveu adotar de maneira firme à data de 2020 para a devida efetivação

Apenas na Europa, os navios de passageiros que viajam fora das SECAs terão de respeitar um limite de 1,5% de enxofre dos combustíveis, limite que foi criado em 2005.

A IMO também reforçou as normas relacionadas às emissões de NO_x, através do Anexo VI da MARPOL, com uma redução de 16 a 22% a partir de 2011, em comparação aos

níveis de 2000, e uma retração de 80% em 2016. No entanto, enquanto os valores limite de enxofre se direcionam a toda a frota, o limiar de emissões de NOx só se aplica aos novos navios e o limite mais estrito (Tier III para ser aplicado em 2016), só se aplica aos novos navios que naveguem nas áreas de controle das emissões de NOx (NECAs “NOx Emission Control Areas”).

Não há até ao momento nenhuma NECA na Europa. Por essa razão, o impacto imediato da regulamentação IMO respeitante a NOx será limitado. As projeções apontam para que seja provável que as emissões de NOx continuem a crescer na Europa, mesmo que a regulamentação internacional seja transposta.

(SARDINHA,2013)

3.2 DEFINIÇÃO

Exigências de Caráter Geral

1 O teor de enxofre de qualquer óleo combustível utilizado a bordo de navios não deverá ultrapassar os seguintes limites:

- .1 4,50% m/m antes de 1º de janeiro de 2012;*
- .2 3,50% m/m em 1º de janeiro de 2012 ou depois;*
- .3 0,50% m/m em 1º de janeiro de 2020 ou depois.*

2 O teor médio mundial de enxofre do óleo residual fornecido para utilização a bordo de navios deverá ser monitorado levando em consideração as diretrizes desenvolvidas pela Organização.

3 Para os efeitos desta regra, as áreas de controle de emissão deverão incluir:

.1 a área do Mar Báltico, como definida na Regra 1.11.2 do Anexo I, e a área do Mar do Norte, como definida na Regra 5(1)(f) do Anexo V;

.2 a área Norte Americana, como definida pelas coordenadas fornecidas no apêndice 7 a este anexo; e

.3 qualquer outra área marítima, incluindo qualquer área de porto, designada pela Organização de acordo com o critério e procedimentos estabelecidos no apêndice 3 a este Anexo.

4 Enquanto os navios estiverem operando dentro de uma Área de Controle de Emissão, o teor de enxofre do óleo combustível utilizado a bordo não deverá ultrapassar os seguintes limites:

- .1 1,50% m/m antes de 1º de julho de 2010;*
- .2 1,00% m/m em 1º de julho de 2010 ou depois; e*
- .3 0,10% m/m em 1º de janeiro de 2015 ou depois.*

5 O teor de enxofre do óleo combustível mencionado no parágrafo 1 e no parágrafo 4 desta regra deverá estar documentado pelo seu fornecedor, como exigido pela Regra 18 deste Anexo.

6 Os navios que utilizam óleos combustíveis diferentes para atender ao disposto no parágrafo 4 desta regra, e que estejam entrando ou deixando uma Área de Controle de Emissão mencionada no parágrafo 3 desta regra, deverão levar a bordo um procedimento escrito mostrando como deve ser feita a passagem da queima de um óleo combustível para a queima de outro, dando um tempo suficiente para que sejam totalmente retirados do sistema de serviço de óleo combustível os óleos combustíveis cujo teor de enxofre seja superior ao teor aplicável especificado no parágrafo 4 desta regra, antes de entrar numa Área de Controle de Emissão. O volume de óleos combustíveis com baixo teor de enxofre em cada tanque, bem como a data, a hora e a posição do navio quando for concluída qualquer operação de passagem da queima de um óleo combustível para a queima de outro antes da entrada numa Área de Controle de Emissão, ou quando tal operação for iniciada depois da saída daquela área, deverão ser registrados no livro de registro que for estabelecido pela Administração.

7 Durante os primeiros doze meses imediatamente seguintes a uma emenda designando uma Área de Controle de Emissão específica de acordo com o parágrafo 3.2 desta regra, os navios operando naquela Área de Controle de Emissão são isentados de atender às exigências dos parágrafos 4 e 6 desta regra e às exigências do parágrafo 5 desta regra naquilo que tiver relação com o parágrafo 4 desta regra.

Cláusula para Exame

8 Em 2018 deverá estar concluído um exame da norma apresentada no subparágrafo 1.3 desta regra, para verificar a disponibilidade de óleo combustível para atender à norma relativa ao óleo combustível apresentada naquele parágrafo, que deverá levar em consideração os seguintes elementos:

1 o fornecimento e a demanda no mercado global de óleo combustível para atender ao disposto no parágrafo 1.3 desta regra, no momento em que for realizado o exame;

2 uma análise das tendências nos mercados de óleo combustível; e

3 qualquer outra questão pertinente.

9 A Organização deverá criar um grupo de especialistas, composto de representantes com o conhecimento adequado do mercado de óleo combustível e com um conhecimento marítimo, ambiental, científico e jurídico adequado, para realizar o exame mencionado no parágrafo 8 desta regra. O grupo de especialistas deverá levantar as informações adequadas para embasar a decisão a ser tomada pelas Partes.

10 As Partes, com base nas informações levantadas pelo grupo de especialistas, podem decidir se é possível que os navios cumpram a data estabelecida no parágrafo 1.3 desta regra. Se for tomada uma decisão no sentido de que não é possível que os navios a cumpram, então a norma estabelecida naquele subparágrafo deverá entrar em vigor em 1º de janeiro de 2025.

(CONVENCAO MARPOL VI, 2018)

4 CONSEQUENCIAS SOBRE O TRANSPORTE MARITIMO E O MEIO AMBIENTE.

A poluição atmosférica refere-se a mudanças na atmosfera, susceptíveis de causar impacto a nível ambiental ou na saúde humana, através da contaminação por gases, partículas sólidas, líquidos em suspensão e material biológico. A adição dos contaminantes pode provocar danos diretamente na saúde humana ou no ecossistema, podendo estes danos serem causados diretamente pelos mesmos, ou por elementos de si resultantes. A poluição do ar tem ação direta no aquecimento global, sendo responsável pela degradação de ecossistemas e potenciadora de chuvas ácidas.

De acordo com estudos científicos recentes, a poluição do ar devida ao transporte marítimo, representa cerca de 50 mil mortes prematuras por ano na Europa, e um custo anual para a sociedade de mais de 58 bilhões de Euros. Através de reações químicas no ar, os SO_x e NO_x são convertidos em partículas finas, na forma de aerossóis de sulfatos e nitratos. Além das partículas emitidas diretamente pelos navios, tais como o carbono negro (carbono produzido durante a combustão incompleta de combustíveis fósseis, com forte impacto climático), estas partículas secundárias aumentam o impacto sobre a saúde. Estas minúsculas partículas suspensas no ar estão ligadas a mortes prematuras, dado que após entrarem nos pulmões, são suficientemente pequenas para passar através dos tecidos e entrar na corrente sanguínea, podendo assim desencadear inflamações que eventualmente causam falhas cardíacas e pulmonares. As emissões dos navios também podem conter partículas cancerígenas.

Os gases de efeito de estufa são substâncias gasosas que absorvem parte da radiação infravermelha, emitida principalmente pela superfície terrestre, dificultando o seu escape para o espaço, impedindo que ocorra uma perda excessiva de calor e mantendo a Terra aquecida. O efeito de estufa é um fenômeno natural e acontece desde a formação da Terra, sendo necessário para a manutenção da vida no planeta. Sem o efeito de estufa, a temperatura média da Terra seria 33°C mais baixa, impossibilitando a vida no planeta tal como conhecemos hoje. Porém, o aumento dos gases de efeito de estufa na atmosfera, tem potencializado este fenômeno natural, causando um aumento da temperatura global.

A atmosfera é uma camada que envolve o planeta, constituída por vários gases. Os principais são o azoto (N₂) e o oxigénio (O₂) que, juntos, compõem cerca de 99% da atmosfera. Alguns outros gases encontram-se presentes em pequenas quantidades, incluindo os conhecidos como gases de efeito de estufa (GHG). Entre estes gases, estão o dióxido de carbono (CO₂), o

metano (CH₄), o óxido nitroso (N₂O), os perfluorcarbonetos (PFCs), os hidrofluorcarbonetos (HFC) e também o vapor de água.

Entre os gases de efeito de estufa que estão a aumentar a sua concentração, o CO₂, o CH₄ e o N₂O são os mais importantes. Os clorofluorcarbonetos (CFCs) também têm a capacidade de reter a radiação infravermelha emitida pela Terra. Contudo, as ações para diminuir as suas emissões (substituição pelos hidrofluorcarbonetos) estão num estágio mais avançado, quando comparado com as emissões dos outros gases.

Das emissões globais de CO₂, 75% resultam da queima de combustíveis fósseis por parte dos países industrializados; 25% resultam das mudanças de uso da terra por parte dos países em desenvolvimento.

Nos últimos 100 anos, devido a um progressivo incremento na concentração dos gases de efeito de estufa, a temperatura global do planeta tem aumentado. Tal incremento tem sido provocado pelas atividades humanas que emitem esses gases.

4.1 IMPACTO FINANCEIRO

De acordo com a mais recente análise da consultora Wood Mackenzie, os custos das transportadoras marítimas com os combustíveis dispararão exponencialmente a partir de 2020 (cerca de mais 25%), ano em que estão previstos novos limites máximos relativos à emissão de gases poluentes por parte das embarcações. Estima-se que essa subida seja na ordem dos 24 bilhões de dólares.

Custos adicionais com combustíveis poderão disparar a partir de 2020.

Segundo explica o estudo da firma de Edimburgo, os custos com os combustíveis subirão acentuadamente devido às novas regulamentações (principalmente a que se prende com o limite de 0,5% na emissão de NO_x) impostas pela Organização Marítima Internacional (IMO). Os navios que instalarem “scrubbers” poderão continuar recorrer ao tradicional combustível, mas a grande maioria, aponta, não instalará antecipadamente a tecnologia, de modo a respeitar os limites de 2020.

Ora, analisa a Wood Mackenzie, estas alterações regulamentares implicarão, necessariamente, uma solução mais dispendiosa que poderá aumentar o preço do frete marítimo. A consultora britânica estima que esse aumento poderá chegar a 1 dólar por barril, revelou Iain Mowat, um dos analistas sénior da Mackenzie. Sem a instalação de “scrubbers”, a fatura adicional das transportadoras poderá saltar dos 24 bilhões para os 60 bilhões de dólares.

Apenas 2% da frota mundial terá instalado scrubbers em 2020, prevê a Mackenzie. Para Iain Mowat, apesar das operadoras marítimas poderem esperar retornos de 20-50% em custos de investimento no que toca à instalação de scrubbers, a verdade é que o índice de penetração desta tecnologia será sempre limitada a fatores como o acesso a financiamento ou a capacidade global de manufatura de scrubbers. Para a Wood Mackenzie, apenas 2% dos navios terão instalado scrubbers em 2020.

Assim sendo, avança a Wood Mackenzie disse que as refinarias de todo o mundo precisam urgentemente de se equipar para produzir os combustíveis com baixo teor de enxofre de que os navios precisarão em 2020; Cingapura, por exemplo, poderia potencialmente perder parte da participação no mercado de “bunkering” para a China, à medida que os carregadores procuram locais alternativos com um excedente de combustíveis compatíveis, disse Mowat.

(REVISTA CARGO/PORTUGAL, 2018)

5 AÇÕES DOS ARMADORES EM CONTRA PARTIDA A REGRA 14

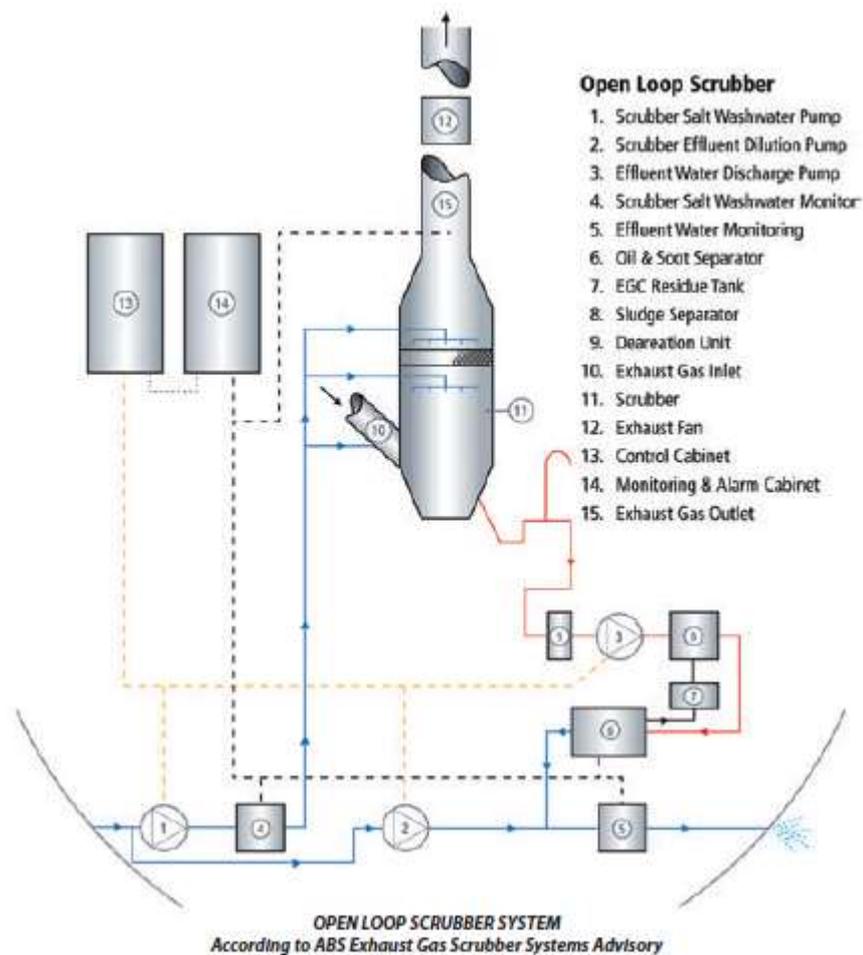
Para adequação a regra 14 e continuar competitivos no mercado os armadores tem duas estratégias principais, embora óbvias, elas englobam outras divisões. Uma é continuar usando o combustível com o teor acima do determinado pela regra 14 e que para se adequar a mesma há a necessidade de mudança nas suas instalações ou usos de outras fontes de energia. A segunda estratégia envolve o uso do combustível com baixo teor de enxofre e devido ao seu custo ser bem mais elevado do que o combustível usando atualmente, se torna viável quando aplica-se uma busca de economia de combustível (eficiência energética) que vai desde a mudanças na estrutura do casco ou outros meios para a diminuição do arrasto, como o uso de “software” que analisam o melhor trim ou o melhor consumo do MCP para dada viagem. Por último, ainda existe uma análise de reduzir a velocidade de contrato de fretamento (menor velocidade, menor consumo de combustível) chamado de “slow-steaming”. O “slow-steaming” ainda é bem recente e é bem incerto sua viabilidade, pois, com os navios navegando em uma menor velocidade haverá a necessidade de mais navios navegando e conseqüentemente maiores fontes de poluição.

5.1 MUDANÇAS NAS PLANTAS ENERGÉTICAS

5.1.1 Instalação de “scrubbers”

O “Scrubbers é uma estrutura montada na saída de gases de um motor principal ou caldeira, por exemplo, e sua função está em realizar uma lavagem dos gases, deixando passar os gases praticamente limpo de material particulado e com índices de SOx e NOx bastante reduzidos. Originalmente, ele é utilizado nas plantas de gás inerte (permitindo apenas um gás limpo para inertizar os tanques) e passou a ser considerado a sua instalação nas plantas energéticas dos navios, em contrapartida a adequação dos armadores a implantação da regra 14 do anexo VI da MARPOL.

Figura 6 – Desenho de uma planta de “scrubbers”.



Fonte: (BABICZ, 2015)

A sua principal vantagem está na não necessidade da mudança da planta energética do navio. Assim, o navio poderá continuar a usar o combustível com o teor de enxofre acima do permitido da regra 14, que é mais barato.

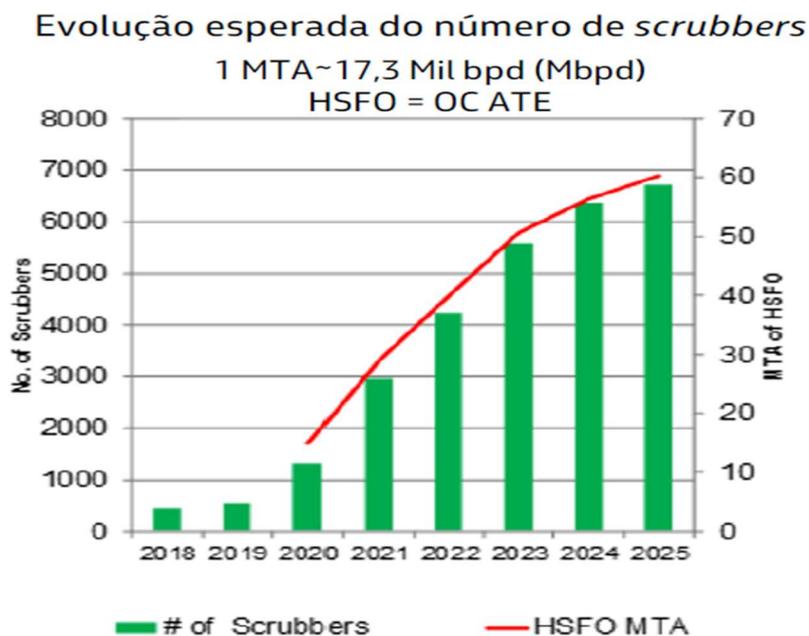
Porém, esbarra em alguns problemas como: O alto custo da instalação, o projeto do navio deve permitir essa instalação (por exemplo, o navio deve ter espaço para a sua instalação, sem a necessidade de grandes mudanças estruturais que onerariam bastante a montagem) e questão de vagas nos estaleiros, já que existe uma grande demanda programada a partir da vigência da regra 14.

Uma observação a respeito, é que devido a um custo de instalação elevado, talvez alguns navios tenham que ir para o corte de forma precoce devido a não compensação da instalação e a impossibilidade de concorrência no mercado.

Até o momento, em meio as incertezas de preços e de disponibilidade de combustíveis de baixo enxofre, os proprietários de navios parecem preferencialmente optar pela inercia (“wait-and-see attitude”) de, a partir de 2020, simplesmente passarem a consumir combustíveis marítimos no novo padrão exigido pela IMO e repassarem os custos ao consumidor. Assim, postergam e/ou evitam os custos dos “scrubbers”, especialmente considerando que o retorno do investimento somente se materializará no momento em que a REGRA 14 entrar em vigor, provocando o descompasso no atendimento do mercado.

(NOTA PETROBRAS, 2018)

Figura 7 – Evolução esperada do número de “scrubbers”, segundo NOTA PETROBRAS, 2018.



Fonte: elaborado pelo autor

O estudo de mercado encomendado pela IMO estimava que cerca de 3.800 navios, com consumo equivalente a 630 mil bpd (Mbpd) de “bunker” de alto teor de enxofre, teriam “scrubbers” instalados até janeiro de 2020. Contudo, o número efetivo se encontra muito inferior a esta estimativa, sendo que a maior parte dos navios que possuem “scrubbers” instalados transitam nas ECAs (limite S mais rigoroso). As principais consultorias apontam que a instalação de “scrubbers” ocorreria num ritmo mais lento do que o inicialmente previsto que estima 1.700 navios com “scrubbers”, em 2020.

O baixo ritmo de instalação de “scrubbers” pode ser explicado pela magnitude de investimento requerido, na faixa de US\$ 1,5 a 5,7 milhões, assim como pelo tempo de parada do navio, de 9 a 12 meses.

Deve-se levar em conta também as dificuldades financeiras que esse setor vem experimentando, em uma fase de elevação de custos associada a investimentos obrigatórios.

(NOTA PETROBRAS, 2018)

5.1.2 Uso do LNG.

O gás natural é um combustível fóssil, abundante, fonte de energia não renovável. Quando processado ele passa a se chamar de LNG e é utilizado em residências, no comércio, em veículos e nas indústrias.

Particularmente, na indústria o gás natural (LNG) é usado como combustível para fornecimento de calor, geração de eletricidade e de força motriz, dentre outras utilidades que não faz parte do escopo desse trabalho.

O LNG já estava sendo utilizado na propulsão de navios mercantes já a algum tempo, até como forma experimental. Seu uso ainda não estava sendo amplamente devido alguns detalhes que comentarei abaixo.

Figura 8 – LNG em uma embarcação offshore, segundo SARDINHA,2013.



Fonte: elaborado pelo autor

Com a aproximação da vigência da regra 14, a atenção passou a ser voltado para ele, pois ele apresenta inúmeras vantagens que detalharei a seguir: Sua queima não produz SO_x , pois não apresenta enxofre na sua composição e sua combustão apresenta baixo nível de NO_x . Apenas por esse fator já seria uma solução para o cumprimento da regra 14. Seu preço de mercado é bastante competitivo e soma-se aos fatores como solução a vigência de regra 14.

Porém, o uso do LNG esbarra em duas questões primordiais.

1. A conversão do motor diesel para o uso do LNG não é uma tarefa tão simples (entenda dispendiosa), pois necessita de grandes intervenções como: A desmontagem do motor, a substituição de grandes componentes do motor, adaptação dos componentes da planta e adaptação do sistema de controle da planta e motor e um novo comissionamento para a operação a gás.

Figura 9 – Navio cujo MCP foi convertido para o uso de LNG, segundo SARDINHA,2013.

MV „Wes Amelie“

- Ano de construção: 2012;
- Conversão do Motor principal MAN 8L48/60B para 8L51/60DF;
- Instalação de infraestrutura de armazenamento distribuição de LNG;
- Conversão e comissionamento: Q2/2017.



Fonte: elaborado pelo autor

2. A outra questão refere-se a autonomia. O LNG necessita de tanques para armazenamento proporcionalmente maiores do que os utilizados na propulsão Diesel para navios de mesma potência. Esses tanques tomariam um grande espaço útil em navios de longo curso (troca espaço de carga por instalação dos tanques), por exemplo. Nessa impossibilidade, a autonomia fica bastante restrita. Assim, o LNG no momento atual está sendo avaliado apenas para navios de pequena cabotagem ou de apoio marítimo.

(SARDINHA,2013)

5.1.3 Outros tipos de propulsão

Apesar de proporcionalmente ainda não estejam comercialmente em uma grande porcentagem de navios, com a pressão exercida pelas legislações ambientais, outros tipos de propulsão ou geração de energia passaram a ser mais visados, como por exemplo a propulsão eólica, a propulsão nuclear e a mais promissora que é a propulsão elétrica.

5.1.3.1 Propulsão eólica

A propulsão eólica ainda está comercialmente em uma fase prematura, mas já existem navios mercantes construídos com essa fonte de energia, como mostrarei a seguir:

O E-1 é um navio Ro-Ro cujo propriedade é da Enercon GmbH que é uma empresa alemã fabricante de turbinas eólicas e esse navio foi fabricado justamente para o transporte de peças dessas turbinas. Seu princípio de funcionamento está baseado no Efeito Magnus (que é a ação de uma força em cima de um corpo girando em movimento através de uma corrente de ar, perpendicular ao fluxo). São instalados quatro rotores no convés principal e os mesmos estão ligados aos hélices do navio, auxiliando a propulsão a diesel sem interferir com suas operações. (CINTRA, 2010)

Figura 10 – Navio E SHIP, segundo CINTRA,2010.



Fonte: elaborado pelo autor

5.1.3.2 Energia Nuclear

Da mesma forma que a energia eólica, a aplicação da propulsão com energia nuclear ainda está engatinhando na marinha mercante, apesar de ser bastante difundida na marinha de

guerra. Além do aspecto ambiental (no caso das inexistências de acidentes), a propulsão nuclear não necessita de abastecimentos durante a vida útil do navio, podendo sem exageros, dizer que tem uma autonomia quase infinita. Sofre uma certa resistência ainda, devido aos históricos no passado de acidentes nucleares e a questão do terrorismo, porém, com o avanço da tecnologia está cada vez mais viável a sua implantação.

O Otto Hahn foi o primeiro navio com propulsão nuclear a ser comissionado e operado. Navegou entre 1964 e 1979 realizando um total de 126 viagens com 650 mil milhas náuticas, utilizando apenas 80 kg de urânio. E o mais importante, com zero acidentes. Foi uma prova cabal de sucesso tecnológico, embora tenha se provado sua inviabilidade comercial devido aos altos custos de manutenção.

(CINTRA,2016)

Figura 11 – Navio mercante com propulsão nuclear Otto Hahn, segundo CINTRA,2016.



Fonte: elaborado pelo autor

5.1.3.3 Propulsão híbrida / elétrica

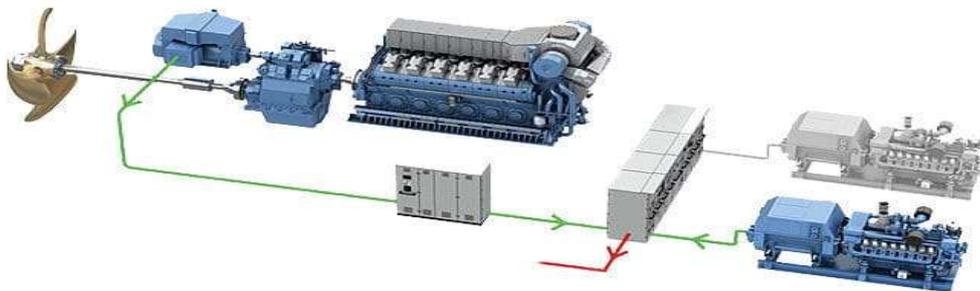
Sem medo de afirmar, esse tipo de propulsão será o futuro na marinha mercante. Assim como na indústria automotiva já existe uma pressão pela permuta pelos motores elétricos, essa pressão logo chegará também a indústria naval. A questão principal se esbarra ainda na questão da autonomia para os navios que realizam longo curso, mas a hibridização

elétrica com motores Diesel já é uma realidade cada vez mais presente no apoio marítimo e sendo discutido o uso no transporte de pessoas (barcas, “ferry boats”) de curtas distancias.

O seu sucesso presente no apoio marítimo, se deu principalmente pelo funcionamento de uma forma geral dos rebocadores e barcos de apoio, onde gastam a maior parte do seu tempo navegando em marcha lenta com nenhuma ou quase nenhuma energia sendo utilizada na propulsão. Então, enquanto nesse modo de espera, é aproveitado para a carga das baterias e usado em outro momento na propulsão. Essa hibridização de imediato já causa uma economia de 30% a 40% de economia de combustível, com uma conseqüente redução na emissão de partículas poluidoras. Um fator importante também acontece na economia em relação a manutenção dos motores Diesel, e na economia de espaço.

(SINAVAL, 2017)

Figura 12 - Esquema de um navio hibrido, segundo SINAVAL,2017.



Fonte: elaborado pelo autor

5.2 ESTUDOS SOBRE A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

5.2.1 Uso de tintas anti- incrustante

A incrustação biológica constitui um dos maiores problemas encontrados pelo homem em suas atividades no oceano. Seu aparecimento implica em problemas nas estruturas submersas e causa prejuízos econômicos, porque aumenta o consumo de combustível no caso das embarcações, uma vez que a incrustação torna irregular a superfície dos cascos, aumentando o arrasto e diminuindo a velocidade. O uso de tintas anti-incrustantes nos cascos das embarcações ajuda a evitar o estabelecimento e crescimento de algas, mexilhões e outros organismos marinhos.

Sendo uma melhoria na eficiência energética um ponto chave nas empresas, o uso da tinta anti-incrustantes será uma solução com um dos maiores enfoques.

Mostrarei como funciona essa tecnologia, assim como alguns gráficos que mostrará a economia de combustível para diversas classes de navio.

Existe uma gama de tintas anti-incrustantes em uso no mercado mundial. Porém, estudos mostraram o caráter tóxico de algumas formulas e elas entraram em desuso ou foram proibidas. Sendo assim, o foco será nas tintas consideradas modernas e que atendam as legislações ambientais.

As tintas anti-incrustantes atuais podem-se separar em dois grandes grupos:

As tintas ablativas, que são tintas que sofrem uma erosão gradual, e que assim vão libertando os produtos anti-incrustantes. As tintas ablativas podem ser ainda ser separadas em:

A - Tintas de copolímeros autopolimentantes, ("Self Polishing Copolymer") em que um copolímero, que contém o produto biocida, sofre uma hidrólise por ação da água e ao degradar-se libertam o produto biocida;

B - Tintas auto-polimentantes, ("Self Polishing Antifouling") em que o produto biocida está rodeado por um polímero. Este ao hidrolisar, expõe o produto biocida à água do mar;

C - Tintas com polímero de depleção controlada ("Controlled Depletion Polymer") é uma tinta à base de colófonia com produtos biocidas. A resina permite a entrada da água do mar, que dissolve o produto biocida libertando-o por difusão;

As tintas ablativas têm o produto biocida no seu interior. Hoje em dia o produto mais usado é o óxido cuproso que apesar de tóxico não acumula no ambiente.

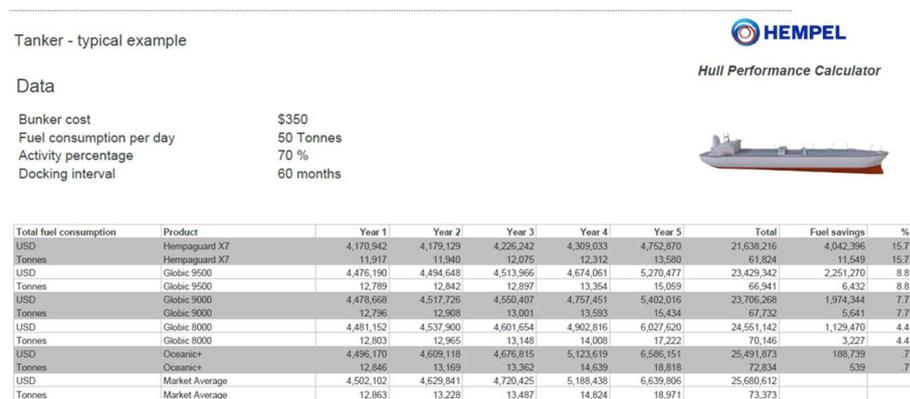
As tintas duras são aquelas que tem um acabamento duro que não sofre erosão pela ação mecânica ou pela ação do movimento de água, mas possuem poros que libertam o produto biocida muito lentamente. Dentro das tintas duras, pode ser incluída as tintas de Teflon e Silicone, as quais são 100% isentas de produtos tóxicos. Nestes dois tipos de tintas, a ação anti-incrustantes é conseguida pelo fato destas tintas possuírem uma superfície tão lisa que as

incrustações a ela não conseguem aderir. O único senão destas tintas (Teflon e Silicone) é o fato de o Navio ter que navegar a uma velocidade elevada (> 18 Nós), para este efeito ser atingido.

(TULLBERG, 2018)

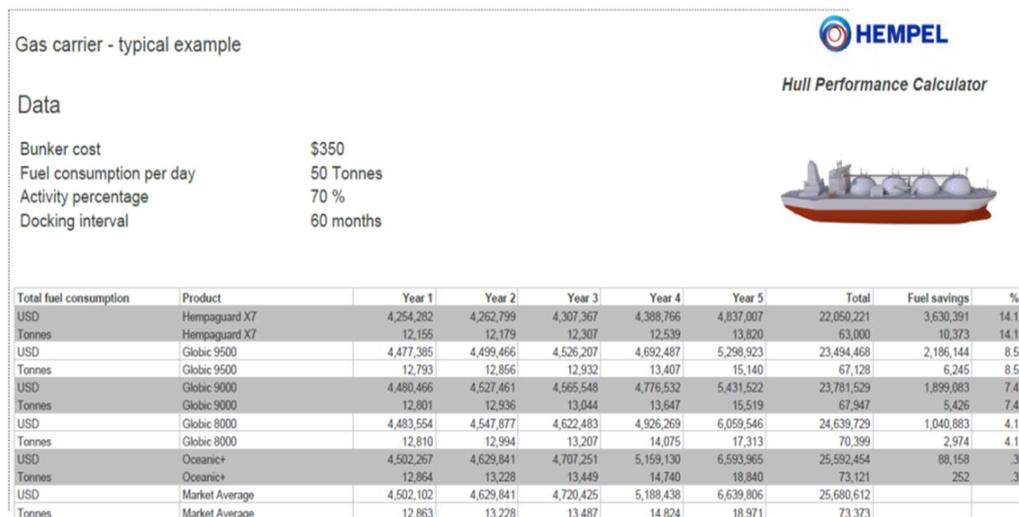
A seguir, temos três estatísticas sobre a eficiência das tintas anti-incrustantes em três classes de navios:

Figura 13 – Estatística em navio tanque, segundo TULLBERG, 2018.



Fonte: elaborado pelo autor

Figura 14 – Estatística em navio de carga geral, segundo TULLBERG, 2018.



Fonte: elaborado pelo autor

5.2.2 Uso de software para o auxílio na eficiência energética

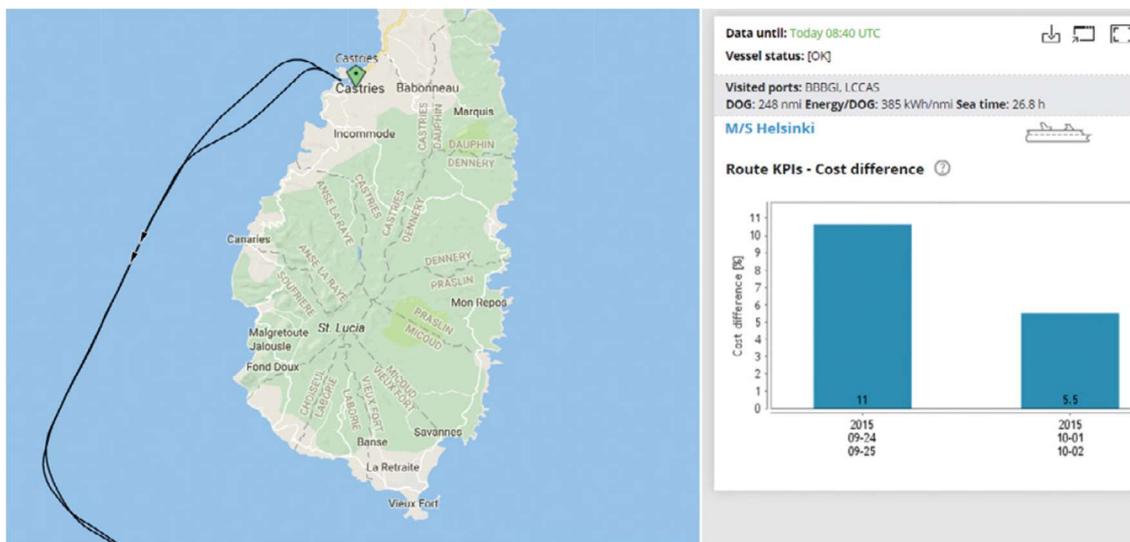
O uso de software passou a ser utilizado também na questão do incremento da eficiência energética. Seja pelo ajuste de performance do motor principal, pelo ajuste da melhor rota e pelo ajuste do trim para uma melhor performance de economia. Existem diversos “software” no mercado, mas, como demonstração no trabalho utilizarei o “software” desenvolvido pelo ENIRAM, uma subsidiária do grupo de Wartsila.

ENIRAM ROUTE permite comparar o desempenho da rota da sua embarcação com outras embarcações no mesmo setor. Comparando o desempenho da sua embarcação dessa maneira ajuda você a encontrar as rotas mais ideais. Depois que a viagem foi navegada, ENIRAM compara a rota da sua embarcação com rotas tomadas por todos as outras embarcações em nosso banco de dados sobre a mesma viagem. O sistema leva em conta por exemplo correntes, média velocidade do vento, distância sobre o solo, Áreas ECA, distância dentro das áreas MARPOL, etc.

Toda a informação é entregue em um formato gráfico através de uma interface de fácil uso. O desempenho da sua rota é classificado em uma escala simples de 1 a 10 e mostra a diferença de porcentagem para a melhor rota possível, mostrando como a sua rota se compara a outras rotas escolhidas por outros navios. A solução ajuda você entender os pontos fortes e fraquezas das decisões de navegação e encontrar rotas mais eficientes no futuro.

(ENIRAM ROUTE,2018)

Figura 15 – Tela do ENIRAM ROUTE, segundo ENIRAM ROUTE,2018.



Fonte: elaborado pelo autor

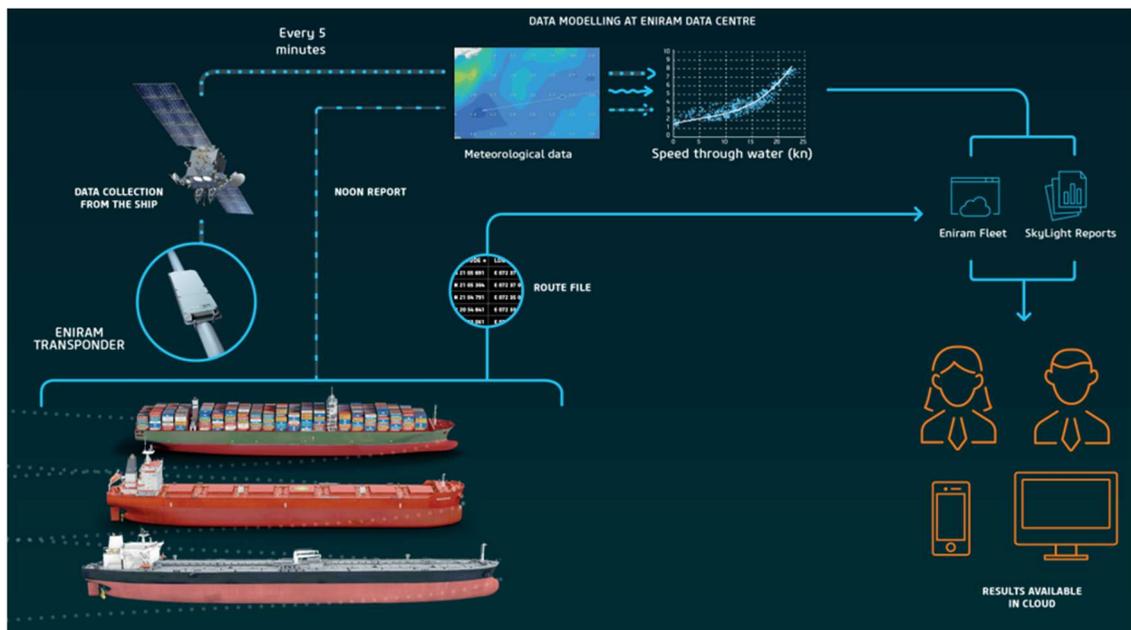
ENIRAM SKYLIGHT é um monitor de desempenho que utiliza além do “software” uma gama de acessórios para um monitoramento praticamente “online” de todos os dados da viagem e da navegação visando uma otimização do consumo de combustível e outros custos envolvidos.

O ENIRAM SKYLIGHT oferece um melhoramento e precisão em comparação com o relatório de desempenho manual. Os relatórios do meio-dia são coletados automaticamente do padrão modelos de e-mails sem a necessidade de

O coração do funcionamento do ENIRAM SKYLIGHT é um transponder que envia continuamente dados altamente confiáveis e quase em tempo real bidireccionalmente para um satélite Inmarsat e com o sistema de AIS. Combina com os dados de rastreamento de outras embarcações, com dados meteorológicos, e afins, modelando a velocidade através do desempenho de navegação e combustível. O sistema gera relatórios para ajustes de acordo com o contrato e viagem preteridos.

(ENIRAM SKYLIGHT, 2018)

Figura 16 - Organograma do funcionamento do ENIRAM SKYLIGHT, segundo ENIRAM SKYLIGHT, 2018.



Fonte: elaborado pelo autor

ENIRAM TRIM Reduz os custos operacionais e o uso de combustível, otimizando o trim em tempo real. A otimização do trim de uma embarcação reduz o consumo de

combustível e as emissões de CO₂. Mas ao contrário dos gráficos de ajuste estáticos, o ENIRAM TRIM permite responder imediatamente às mudanças de condições e manter melhor trim em tempo real.

A análise baseia-se em um modelo exclusivo das características hidrodinâmicas de sua embarcação, informações coletadas por sensores de altitude instalados no casco da embarcação e automação da embarcação e dos sistemas do passadiço.

O ENIRAM TRIM usa algoritmos avançados para entender o efeito das variáveis que mudam constantemente, como trim e banda, estado do mar, níveis do calado e dos tanques, velocidade através da água e potência de propulsão e RPM.

Essas entradas permitem que o ENIRAM TRIM calcule o ajuste ideal em tempo real, levando a um menor consumo de combustível e redução de custos em comparação com os métodos de corte tradicionais.

(ENIRAM SKYLIGHT, 2018)

Figura 17 – Tela do ENIRAM TRIM, segundo ENIRAM TRIM,2018.



Fonte: elaborado pelo autor

ENIRAM SPEED FUEL PERFORMANCE é um programa que mostra as curvas de velocidade-combustível atualizadas com base em dados de combustível medidos e velocidade exata através da água.

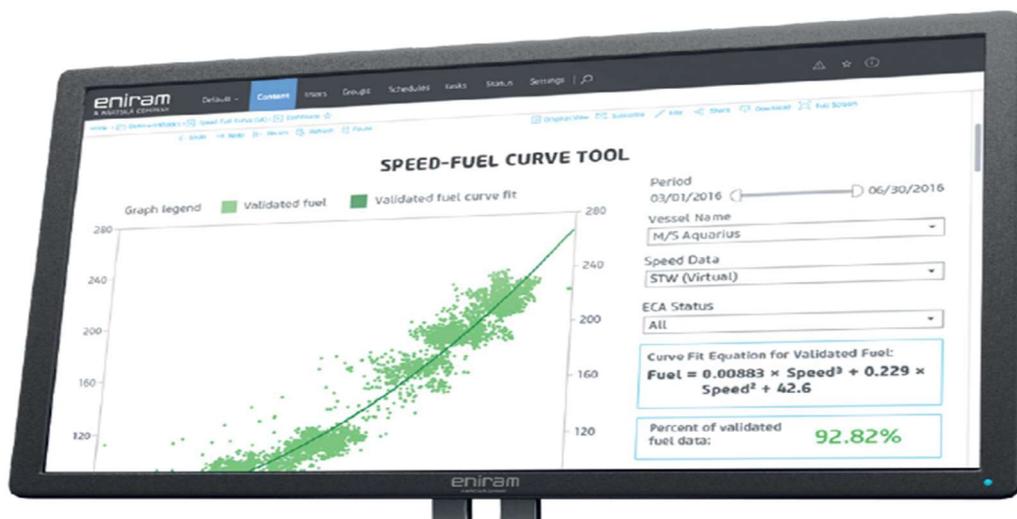
Este “software” oferece aos armadores curvas de velocidade-combustível confiáveis, precisas e atualizadas de suas embarcações, o consumo total de combustível da

embarcação em função da velocidade da embarcação. Essa percepção será valiosa no planejamento de operações e no orçamento de combustível.

Esta visão geral faz com os navios supere problemas comuns relacionados a sinais de medidor de fluxo de combustível de massa (FFM) graças à limpeza abrangente e validação de dados de combustível como uma etapa vital antes de obter a curva velocidade-combustível, caso contrário, o consumo total de combustível obtidos a partir dos dados coletados fornecerão valores incorretos.

(ENIRAM SPEED PERFORMANCE,2018)

Figura 18 – Tela do ENIRAM SPEED FUEL PERFORMANCE, segundo ENIRAM SPEED PERFORMANCE,2018.



Fonte: elaborado pelo autor

5.2.3 Instalação do “energoflow”

O Energoflow é um inovador, robusto e rentável estator pré-turbilhão que aumenta a eficiência de combustível em até 10% sem aumentar as necessidades de manutenção.

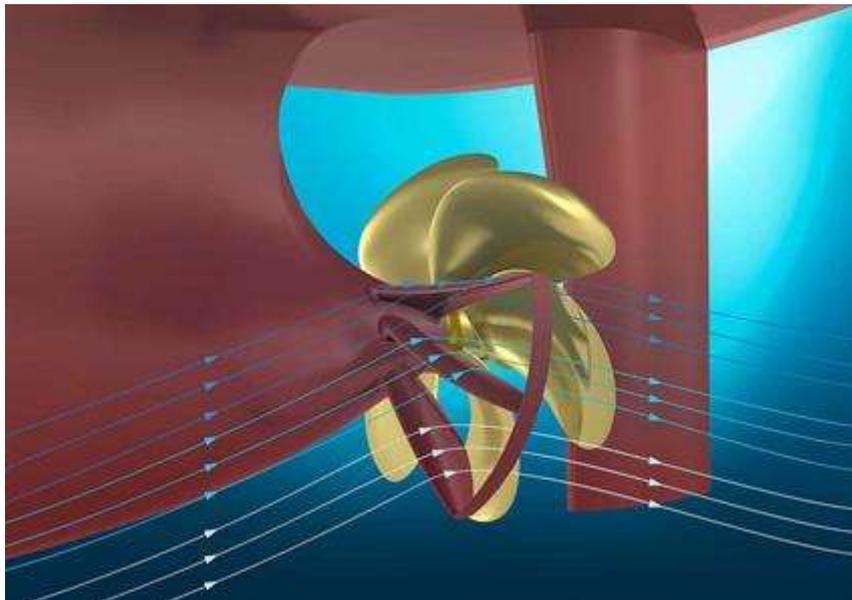
- Melhora a eficiência de combustível em até 10%.

- Reduz as emissões de NO_x e SO_x
- Proporciona um rápido retorno sobre o investimento, geralmente de um a dois anos

- Não requer manutenção adicional, pois a solução não possui partes móveis.

Energoflow cria um influxo ideal para a hélice ao guiar um lado do fluxo da popa na direção oposta à rotação da hélice, gerando pré-redemoinho. A solução consiste em múltiplas aletas curvas e um anel preso ao casco do navio para evitar as perdas de energia que normalmente ocorrem no turbilhão de uma hélice. As aletas curvas aumentam a eficiência da hélice, mantendo a resistência em níveis aceitáveis. O anel reduz o vórtice da ponta e também elimina as tensões de pico que ocorrem em condições severas de carga, como batidas.

Figura 19 – ENERGOFLOW, segundo WARTSILA ENERGOFLOW, 2018.

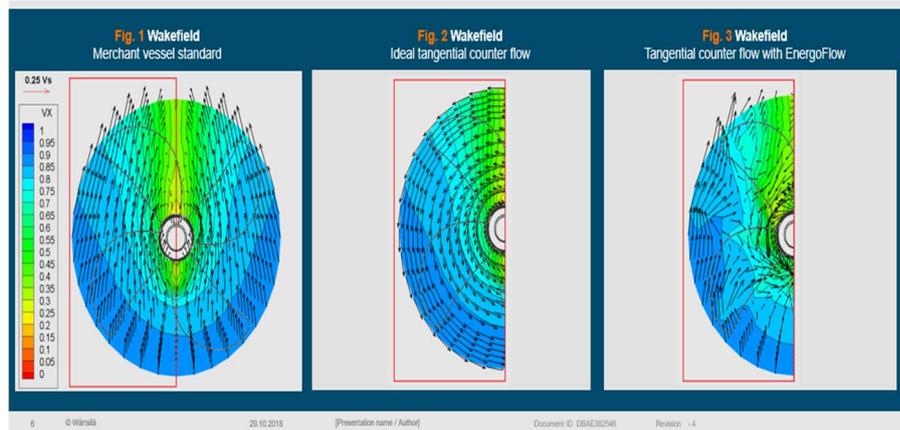


Fonte: elaborado pelo autor

Durante a operação, uma hélice sofre influxos não uniformes (fig. 1). A lâmina que se move para baixo experimenta uma velocidade tangencial contrária com um efeito positivo no carregamento da lâmina. No próximo lado, o fluxo tangencial tem um efeito negativo no carregamento da lâmina. Um efeito positivo no carregamento da lâmina traz maiores eficiências e vice-versa. Idealmente, as velocidades circunferenciais devem todas ter a mesma direção contrária (fig. 2). Para influenciar os componentes tangenciais, o Energoflow guia um lado do

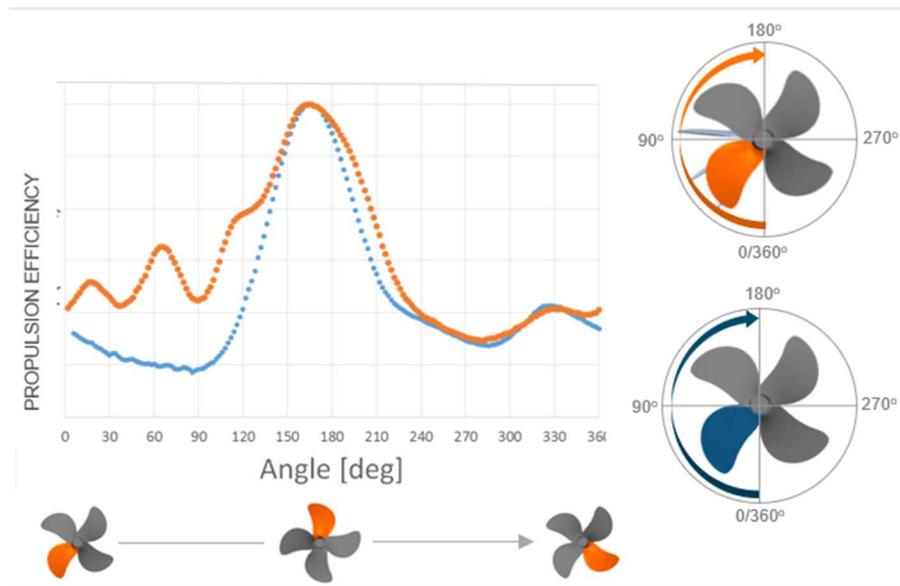
fluxo da popa na direção oposta à rotação da hélice, gerando pré-redemoinho para a hélice (fig. 3).

Figura 20 – Gráficos do Energoflow, segundo WARTSILA ENERGOFLOW,2018



Fonte: elaborado pelo autor

Figura 21 – Gráficos da eficiência em função do ângulo, segundo WARTSILA



Fonte: elaborado pelo autor

As forças hidrodinâmicas induzidas devido ao movimento do navio em ondas são o caso de carga determinante para o Energoflow. Essas forças flutuam com o tempo e dependem da altura da onda e da resposta dinâmica da nave.

- A Wärtsilä (fabricante do Energoflow) realizou extensos cálculos e testes de validação que levam em consideração as cargas mais altas possíveis e batidas devido ao movimento da embarcação (“design fatigue lifetime of 25 years”)

- Os testes de escala são realizados em um centro de pesquisa terceirizado independente.

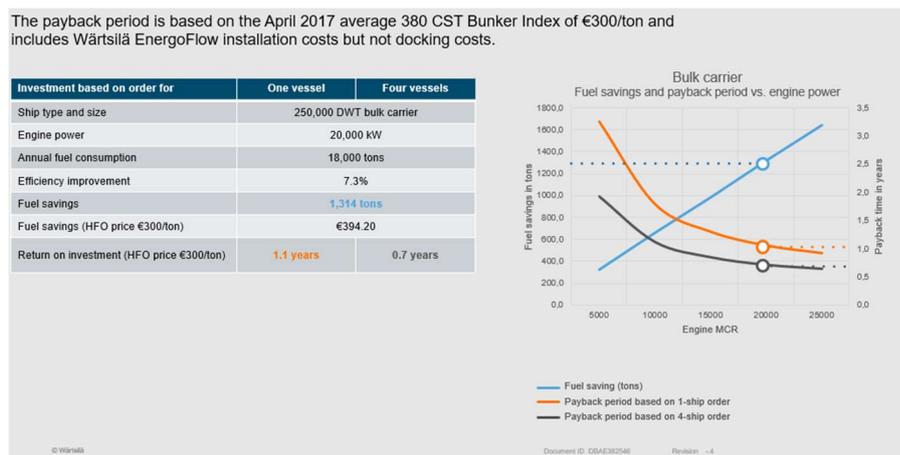
A economia de energia obtida pela Wärtsilä Energoflow depende em grande parte do coeficiente de bloqueio da embarcação e do carregamento de energia da hélice

- Embarcações de forma completa, como navios-tanque e graneleiros, podem alcançar a maior economia de combustível na faixa de 10%.

- Embarcações mais rápidas, como as embarcações de contêiner, podem esperar uma economia de combustível de cerca de 4%

- Independentemente do tipo de navio, a solução tem um período de retorno típico entre 1 e 2 anos.

Figura 22 – Gráficos de economia de um navio tanque, segundo WARTSILA ENERGOFLOW, 2018.



Fonte: elaborado pelo autor

5.2.4 O que é o “bulbless”?

O bulbo funciona criando uma onda artificial, modificando o fluxo de água ao redor do casco, o que reduz o arrasto e aumenta a velocidade e a eficiência de combustível. Estudos colocaram o ganho de eficiência de combustível em até 15% na velocidade máxima.

No entanto, as vantagens de um navio contêiner com bulbo completo (tradicional), mais complexo e, portanto, mais caro, diminuiram com o advento do “slow-steaming” na última década, fazendo com que o ganho percentual de eficiência de combustível caísse significativamente.

Dessa forma, foram projetados bulbos que se adequassem a essas necessidades, especificamente para serem mais eficientes em velocidades mais lentas. No inglês são chamados de “bulbless”.

Além disso, as embarcações que navegam com um calado mais alto, com cargas vazias de contêineres vazios, por exemplo também veem as vantagens de um “bulbless”.

(WALCKETT, 2018)

Figura 23 – Navio construído com “bulbless”, segundo WALCKETT, 2018.



Fonte: elaborado pelo autor

.

5.2.5 Energia de porto, “shore power” ou “cold ironing”

O “cold ironing” é um processo no qual a energia elétrica do porto é fornecida aos navios oceânicos, permitindo que eles desliguem os geradores a diesel auxiliares enquanto

estiverem atracados. A energia elétrica deve ser necessária para garantir o funcionamento de todos os equipamentos de emergência, refrigeração / aquecimento, iluminação e operação do navio porto, quaisquer que sejam o tipo de navio/carga.

Essa solução praticamente elimina a poluição proveniente dos navios nas cidades portuárias e arredores.

“Cold Ironing” tem sido uma prática por várias décadas nas forças armadas, e agora está sendo seriamente considerado e em desenvolvimento para o setor de transporte comercial global.

Durante os últimos anos, tem havido uma forte campanha pela necessidade de usar alternativas marítimas nos portos. Isso resultou em uma série de comitês, tanto de um setor estatutário quanto do ponto de vista industrial. O estado da Califórnia (nos Estados Unidos), por exemplo, está na vanguarda na imposição do “Cold Ironing” nos portos, com uma série de regulamentos (política de emissão zero).

Por outro lado, a indústria marítima demonstrou inúmeras iniciativas para cumprir com os futuros limites de emissões atmosféricas.

Os benefícios da implementação do “cold ironing” em portos modernos estão superando as preocupações que os custos ou outros fatores possam aumentar. Em muitos aspectos, as vantagens de reduzir as emissões dos navios são óbvias.

Ambientalmente, apresenta o potencial de redução de emissões na aplicação do “cold ironing” em uma variedade de tipos de navios e cargas. O “cold ironing” é o método mais rápido em termos mensuráveis que resulta na redução da poluição do ar. Podemos verificar isso através das ferramentas fornecidas pelo WPCI (“World Ports Climate Initiative”) que calcula a quantidade total de toneladas emissões de poluentes que são evitadas, em diferentes cenários e com diferentes insumos por vez. Por exemplo, esses estudos de caso incluem a produção de energia elétrica por combustível fóssil ou energia renovável, como energia solar e eólica.

Socialmente, as regiões próximas são beneficiados em grande parte pelas quedas dos níveis de poluição e, principalmente, pelo corte de emissões tóxicas de motores diesel marítimos não regulamentados.

Além disso, as melhores condições de trabalho no porto contribuem para a eficácia do pessoal, diminuindo custos de saúde sob a forma de hospitalizações relacionadas com os riscos para a saúde causados pelo ar fuliginoso em torno da área do porto.

Operadores de embarcações, atualmente sob grande pressão de organizações internacionais e governos nos portos em operação têm uma alternativa aos combustíveis mais limpos e de baixo teor.

Esta opção de conexão com a rede de suprimento pode representar uma opção muito atraente para os armadores, tanto no aspecto comercial quanto para obter melhorias ambientais.

Para os operadores portuários, por outro lado, a prestação de energia elétrica aos navios atracados geram receitas adicionais enquanto o “cold ironing” contribui para a redução da poluição do ar e cumprimento de normas ambientais mais rigorosas.

(THEODOROS, 2012)

O processo de “cold ironing” pode ser explicado com a ajuda de alguns passos simples:

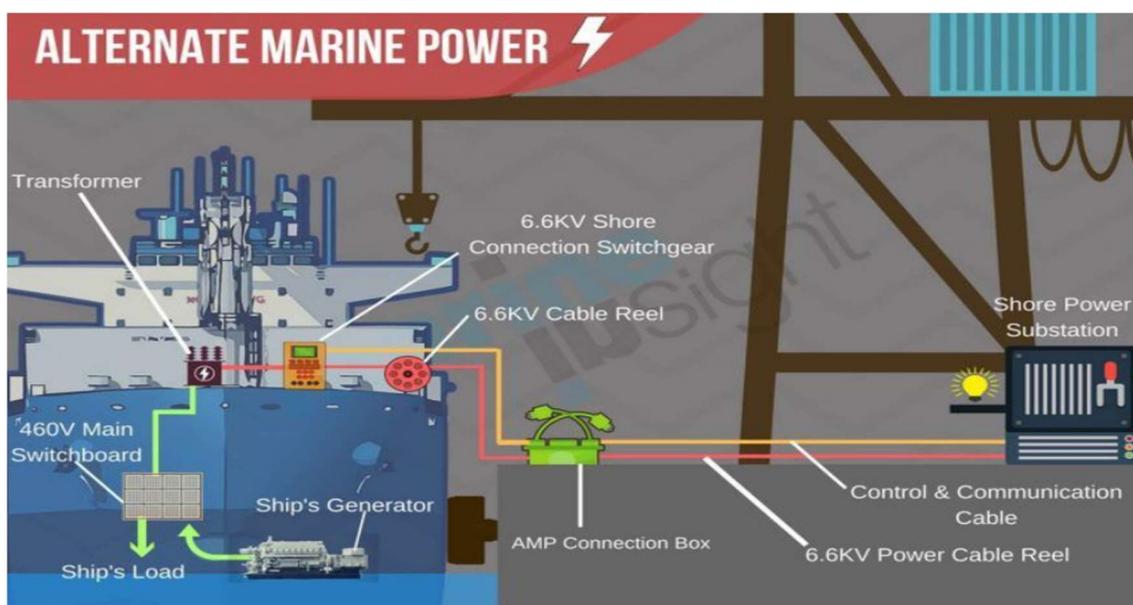
Quando os navios estão sendo carregados ou descarregados em um porto, a energia marítima alternativa é fornecida a eles. Isso é feito com a ajuda de cabos de alimentação que são conectados de um painel de terra a um painel específico instalado no navio.

O processo é chamado “cold ironing” porque, nos velhos tempos, quando os motores da estrutura principal da embarcação costumavam “descansar”, eles ficavam frios enquanto a energia estava sendo transferida dessa maneira.

O processo leva não apenas à preservação do ecossistema marinho, mas também contribui para o menor uso de diesel e outros materiais de fornecimento de energia oleosa.

A energia proveniente da costa pode ser de uma unidade de geração de energia separada ou da usina elétrica que fornece energia para a cidade ou cidade portuária. (AGARWAL,2018)

Figura 24 – Esquema de uma conexão de energia de porto, segundo AGARWAL, 2018.



Fonte: elaborado pelo autor

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os preços dos combustíveis terão uma tendência a aumentar à medida que se aproxima o início da vigência da regra 14. Acredita-se que no futuro a legislação ambiental se tornará mais exigente, conduzindo ao aumento da procura por tecnologias, que permitam economia de custos e conformidade regulamentar em termos de emissões totais.

Os incentivos para a mudança, apontam para o aumento da eficiência e desempenho da frota de transporte marítimo e a diminuição do consumo de combustível, reduzindo custos e ao mesmo tempo poluição e riscos.

O cenário que apresenta maiores vantagens, na relação custo benefício para aumentar a eficiência dos navios, não está nas novas construções, mas sim na remodelação e modernização de equipamento de navios existentes, com uma variedade de tecnologias diferentes, muitas das quais tem um período de retorno de menos de três anos. Há mais de 60 tecnologias e mais de 130 fornecedores de tecnologia. Empresas fornecedoras de tecnologia, incluindo a Wartsila, Mitsubishi e Caterpillar, oferecem cada vez mais produtos de ecoeficiência.

A indústria marítima tem a oportunidade de economizar US\$ 70 bilhões por ano em combustível e reduzir o carbono e outros poluentes em 30%.

Através de medidas de eficiência, estima-se que o transporte marítimo pode reduzir o consumo de combustível entre 30 e 60 por cento, com a grande variância devida às diferenças entre modelos, idade de navios e incerteza tecnológica.

A poluição é um caso muito sério e o seu incremento irá persistir no tempo, exigindo medidas eficazes e enérgicas e claro, o alinhamento, compromisso e disciplina, por parte de governos, instituições, operadores e marítimos.

A poluição pode, deve e irá ser combatida, através do incremento da eficiência energética e da sensibilização dos operadores, aspectos que irão estimular o mercado de investigação, desenvolvimento, produção, implementação e manutenção de novas tecnologias, gerando dinâmica na economia e no mercado de trabalho.

REFERÊNCIAS

- AGARWAL, Mayur. **What is Alternate Marine Power (AMP) or Cold Ironing?**. Marine Insight. Bangalore, Índia: Whitefield, 2018. Disponível em: <<https://www.marineinsight.com/marine-electrical/what-is-alternate-marine-power-amp-or-cold-ironing/>>. Acesso em: 04 set. 2018.
- BABICZ, Jan. **Wartsila Encyclopedia of ship Technology**. Helsinki: Wartsila Corporation, 2015. 663 p.
- CINTRA, Rodrigo. E SHIP 1 - O navio movido a energia eólica. **Grupo portal marítimo**, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<https://www.portalmaritimo.com/2010/09/02/e-ship-1-o-navio-movido-a-energia-eolica/>>. Acesso em: 06 nov. 2018.
- CINTRA, Rodrigo. Otto Hahn – O navio mercante com propulsão nuclear. **Grupo portal marítimo**, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<http://www.portalmaritimo.com/2016/10/12/otto-hahn-o-navio-mercante-com-propulsao-nuclear-que-quase-veio-para-a-mb/>>. Acesso em: 06 nov. 2018.
- CONVENCAO MARPOL ANEXO VI. **Regras para prevenção da poluição por ar por navios**. Disponível em: <https://www.ccaimo.mar.mil.br/sites/default/files/marpol_anexo6-12fev.pdf>. Acesso em: 05 set. 2018.
- GARCIA, Roberto. **Combustíveis e Combustão industrial**. Rio de Janeiro: Interciencias, 2002. 202 p.
- PETROBRÁS - NOTA ESTRATEGICA. IMO 2020 - Redução do Enxofre no Bunker. **Como o mercado está reagindo?** Rio de Janeiro, v. 2, p. 1 - 4, jul. 2018.
- REVISTA CARGO/PORTUGAL. Custos com combustíveis marítimos dispararão 25% a partir de 2020. **Portos e navios**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<https://www.portosenavios.com.br/noticias/navegacao-e-marinha/custos-com-combustiveis-maritimos-dispararao-25-a-partir-de-2020>>. Acesso em: 05 nov. 2018.
- SARDINHA, Álvaro. Poluição e o transporte marítimo. **Colecção Mar Fundamental**. Lisboa, Portugal, julho de 2013. Disponível em: <<https://transportemaritimoglobal.files.wordpress.com/2013/08/poluic3a7c3a3o-e-o-transporte-marc3adtimo.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2018.
- SINAVAL. **Soluções híbridas de propulsão**. Rio de Janeiro, Brasil, 01 de fevereiro de 2017. Disponível em: <<http://sinaval.org.br/2017/02/solucoes-hibridas-de-propulsao/>>. Acesso em: 06 nov. 2018.
- THEODOROS, Papoutsoglou G. **COLD Ironing Study On Modern Ports, Implementation And Benefits Thriving For Worldwide Ports**. 2012. 139 f. Tese (Mestrado em Engenharia de Máquinas Marítimas) - School of Naval Architecture & Marine Engineering National Technical University of Athens. Athens, Greece, 2012.
- TULLBERG, Dr. Marcus. **Revestimento Anti-Incrustante - Hempel Shape - System For Hull And Propeller Efficiency**. 2018. 91 slides. Apresentação em Power Point.

WACKETT, Mike. CMA CGM's 22,000 TEU Ships to feature ' Bulbless' Bow Made for slow-Steamming. **CMA CGM Notices**, Marselha, França, ago. 2018. Disponível em: <<https://gcaptain.com/cma-cgms-22000-teu-ships-to-feature-bulbless-bow-made-for-slow-steaming/>>. Acesso em: 02 set. 2018.

WARTSILA PROPULSION SERVICE. **Wartsila Energoflow**. Disponível em: <<https://www.wartsila.com/services/areas-of-expertise/services-catalogue/propulsion-services/wartsila-energoflow>>. Acesso em: 05 set. 2018.

WARTSILA PROPULSION SERVICE. **Wartsila Eniram skylight 3.0**. Disponível em: <<https://www.eniram.fi/services/skylight/#download/>>. Acesso em: 05 nov 2018.

WARTSILA PROPULSION SERVICE. **Wartsila Eniram Speed Fuel**. Disponível em: <<https://www.eniram.fi/services/eniram-speed-fuel/>>. Acesso em: 05 set. 2018.

WARTSILA PROPULSION SERVICE. **Wartsila Eniram Trim**. Disponível em: <<https://www.eniram.fi/services/trim/>>. Acesso em: 05 set. 2018.