

**MARINHA DO BRASIL**  
**CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA**  
**ESCOLA DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA MARINHA MERCANTE**  
**CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DE NÁUTICA**

**GYLLENO CASTRO SILVA**  
**ANDRÉ HENRIQUE PEREIRA DE OLIVEIRA**

**NAVIO FULL CONTAINER: CLASSE “TRIPLE-E”**

**RIO DE JANEIRO**

**2017**

**GYLLENO CASTRO SILVA**

**ANDRÉ HENRIQUE PEREIRA DE OLIVEIRA**

**NAVIO FULL CONTAINER: CLASSE “TRIPLE-E”**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Náutica da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Orientador: Doutor Prof. Edson Mesquita dos Santos

**RIO DE JANEIRO**

**2017**

**GYLLENO CASTRO SILVA**

**ANDRÉ HENRIQUE PEREIRA DE OLIVEIRA**

**NAVIO FULL CONTAINER: CLASSE “TRIPLE-E”**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Náutica da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Data da aprovação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Orientador: Doutor Prof. Edson Mesquita dos Santos

---

Assinatura do orientador

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

A Deus, nossos pais, familiares e amigos.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, a Deus, por nos conceder sua graça e nos guiar em seus caminhos.

Aos nossos pais, Vilma Pereira e Jairiston de Oliveira (André Pereira), Elisaniira Maria Castro Silva e Nilton Santos da Silva (Castro), por sempre estarem nos apoiando em todas as decisões por nós tomadas, por nos educar e ser nosso porto seguro nos momentos de tribulação. Amamos vocês!

A todos os nossos amigos de infância, especialmente João Pedro Rossoni de Azeredo (André Pereira), que fizeram e fazem um papel importante em nossas vidas. Nunca esqueceremos!

Aos nossos companheiros de camarote que tornaram a vida nesta Escola muito melhor e, certamente, esses três anos não teriam sido a mesma coisa sem vocês. Nossos mais sinceros agradecimentos!

A toda a turma EFOMM 2015, da qual temos muito orgulho de fazer parte. Será um prazer embarcar com cada um de vocês!

Aos nossos veteranos da turma EFOMM 2013, que nos adaptaram à rotina da Escola da melhor forma possível, nos orientaram e ajudaram a fazer crescer o amor pela profissão.

A todos os professores que fizeram parte da nossa formação, por todas as orientações e pela atenção e pelo conhecimento que foram fundamentais para a conclusão deste trabalho.

Muito obrigado!

“Um navio no porto é seguro, mas não é para isso  
que os navios foram feitos.”  
(WILLIAM SHEDD)

## RESUMO

Este trabalho tem por finalidade demonstrar as principais características do navio classe “Triple-E”, sua manobrabilidade, a ação do vento em sua área vélica e o Efeito Squat. Serão apresentados o histórico da evolução do contêiner e sua relevância para o transporte de mercadorias em geral, a sua padronização segundo associações internacionais, suas vantagens e desvantagens como meio de transporte e os mais utilizados tipos de contêineres. Como ênfase do trabalho, serão apresentados os principais problemas relativos a manobrabilidade da embarcação classe “Triple-E” devido a ação de fortes ventos, a importância do auxílio de rebocadores portuários, mas principalmente alertar a importância do conhecimento por parte dos Oficiais de Náutica relativo a capacidade de manobra desses gigantes navios.

Palavras-chave: Navio classe “Triple-E”. Contêiner. Manobrabilidade. Contêiner.

## **ABSTRACT**

This study has the purpose of demonstrating the main characteristics of the "Triple-E" class ship, her maneuverability, the wind action in her sail area and the squat effect. The history of the evolution of the container and its relevance for the transportation of goods in general, its standardization according to international associations, its advantages and disadvantages as a means of transportation and the most used types of containers will be presented. As an emphasis of the work, the main problems related to the maneuverability of the "Triple-E" class vessel due to the action of strong winds, the importance of the aid of port tugboats will be presented, but mainly to alert the importance of the knowledge by the Nautical Officers relative to the maneuverability of these giant ships.

Keywords: "Triple-E" class vessel. Container Ship. Maneuverability. Container.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1:</b> Conex.	<b>15</b>
<b>Figura 2:</b> Contêiner Dry-Box.	<b>18</b>
<b>Figura 3:</b> Contêiner Open Top.	<b>18</b>
<b>Figura 4:</b> Contêiner HC.	<b>19</b>
<b>Figura 5:</b> Contêiner Ventilado	<b>19</b>
<b>Figura 6:</b> Contêiner REEFER.	<b>20</b>
<b>Figura 7:</b> Contêiner Hipobárico.	<b>20</b>
<b>Figura 8:</b> Contêiner tanque.	<b>21</b>
<b>Figura 9:</b> Contêiner Flat Rack.	<b>21</b>
<b>Figura 10:</b> Navio classe “Triple-E”.	<b>22</b>
<b>Figura 11:</b> Comparação entre navios PC e “triple-E”	<b>23</b>
<b>Figura 12:</b> Emissão de CO <sub>2</sub> .	<b>24</b>
<b>Figura 13:</b> Cell guide.	<b>24</b>
<b>Figura 14:</b> Bay.	<b>26</b>
<b>Figura 15:</b> Row.	<b>27</b>
<b>Figura 16:</b> Tier.	<b>27</b>
<b>Figura 17:</b> Bloco do navio “Triple-E”.	<b>28</b>
<b>Figura 18:</b> Curvas das forças de pressão exercidas para vento de 50 nós.	<b>30</b>
<b>Figura 19:</b> Força de pressão lateral em função da área vélica, $F_y = 90^\circ$ .	<b>31</b>
<b>Figura 20:</b> Velocidade mínima por superfície lateral em m <sup>2</sup> para manter uma deriva de 10°.	<b>32</b>
<b>Figura 21:</b> número de rebocadores necessários para manter o navio em função da força do vento lateral.	<b>33</b>

<b>Figura 22:</b> Manutenção do PC atracado por rebocadores empurrando e sob ação de forte vento soprando de terra.	<b>34</b>
<b>Figura 23:</b> Acidente PC Lisiana MSC.	<b>35</b>
<b>Figura 24:</b> Acidente navio de passageiros MSC Fantasia.	<b>35</b>
<b>Figura 25:</b> Acidente PC Debussy.	<b>36</b>
<b>Figura 26:</b> Squat calculado para o PC de 16000 TEU	<b>37</b>
<b>Figura 27:</b> Variação do calado em função da banda	<b>38</b>

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**TEU - Twenty-foot Equivalent Unit**

**ISO - International Association Organization**

**ASA - American Standard Association**

**INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia**

**ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas**

**HC - High Cube**

**TECON - Terminal de Contêineres**

**PC - Porta contêineres**

**VS - Velocidade na superfície**

**DSAH – Dead Slow Ahead**

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
1.1	Objetivo	14
<b>2</b>	<b>CONTEXTO HISTÓRICO</b>	<b>15</b>
2.1	Evolução do contêiner	15
2.2	Padronização dos contêineres	16
2.3	Vantagens e desvantagens da utilização de contêineres	17
2.3.1	Vantagens da utilização do contêiner	17
2.3.2	Desvantagens da utilização do contêiner	17
2.4	Tipos de contêineres	18
2.4.1	Contêiner Dry-Box ou Standard	18
2.4.2	Contêiner Open Top	18
2.4.3	Contêiner High Cube	19
2.4.4	Contêiner Ventilado	19
2.4.5	Contêiner REEFER	20
2.4.6	Contêiner Hipobárico	20
2.4.7	Contêiner Tanque	21
2.4.8	Contêiner Flat Rack	21
<b>3</b>	<b>NAVIO CLASSE “TRIPLE-E”</b>	<b>22</b>
3.1.1	Características gerais do navio classe “Triple-E”	22
3.1.2	O significado do nome “Triple-E”	23
3.1.3	Vantagens da utilização do navio Full Container	24
3.1.4	Posicionamento dos contêineres a bordo do navio	26

3.1.5	Processo de construção do navio classe “Triple-E”	28
<b>4</b>	<b>MANOBRABILIDADE DO NAVIO CLASSE “TRIPLE-E”</b>	<b>29</b>
<b>4.1</b>	<b>Problemáticas da manobrabilidade</b>	<b>29</b>
4.1.1	Problemática da manobrabilidade devido a ventos fortes	29
<b>4.2</b>	<b>Auxílio de rebocadores portuários</b>	<b>33</b>
<b>4.3</b>	<b>Acidentes devido a ação da força do vento na área vélica</b>	<b>35</b>
<b>4.4</b>	<b>Efeito Squat</b>	<b>36</b>
<b>4.5</b>	<b>Variação da banda</b>	<b>37</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>39</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>40</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com a diversidade de cargas e navios existentes atualmente, destacam-se o grande crescimento no número de navios Full Containers e a sua importância no transporte de mercadorias de maneira rápida e eficiente ao redor do mundo. O navio classe “Triple-E” veio para inovar não somente o transporte de grande quantidade de cargas containerizadas, mas também a importante relação com o meio ambiente.

Serão apresentados no trabalho os principais assuntos relacionados ao maior navio porta contêiner do mundo atualmente, como esses navios são construídos, suas vantagens e desvantagens, além de curiosidades relacionadas as generalidades desta embarcação.

O navio Triple E difere-se de todos os outros tipos de embarcações no que tange o quesito área vélica, onde durante o trabalho serão apresentados os efeitos que influenciam na manobrabilidade da embarcação e durante a navegação, tornando uma tarefa difícil para quem tiver no seu comando manter a derrota.

Além disso, será apresentado como o contêiner foi criado, sua importância para a agilidade das operações, sua padronização, diminuindo assim o tempo de estadia dos navios no porto e como consequência maiores lucros para o armador.

Hoje, o transporte de contêineres corresponde a cerca de 40% das movimentações globais de cargas, fato esse devido a segurança que o contêiner oferece aos diferentes tipos de mercadorias transportadas, multimodalidade, e a possibilidade de operação de carga e descarga em condições adversas. (<http://www.vivacomex.com.br/a-importancia-do-container/>).

## 1.1 Objetivo

Geral: apresentar o navio e suas principais características.

Específico: demonstrar os fatores que influenciam na manobrabilidade da embarcação devido as forças que atuam nas obras vivas e principalmente na área vélica do navio.

## 2 CONTEXTO HISTÓRICO

### 2.1 Evolução do Contêiner

Nos primórdios da navegação marítima o transporte de cargas era feito utilizando-se tonéis, que por terem formato cilíndrico, facilitavam o manuseio durante as operações, já que era possível rolá-los sobre a tampa de embarque quando não existiam aparelhos de carga, além de ser uma forma de unitizar a carga.

Devido à grande variedade de embalagens que foram surgindo, o sistema mundial de transporte sofreu grandes consequências devido à falta de padronização das dimensões das embalagens. Diante disso, os Armadores identificaram diversos problemas no embarque das cargas, aumentando o tempo de estadia no porto, provocando assim um aumento considerável nos custos operacionais do navio, o que não era interessante.

Mediante esses fatos, foi então desenvolvido o contêiner, servindo de padrão para o transporte de mercadorias, facilitando o manuseio e a arrumação das cargas a bordo do navio além de reduzir a quebra de estiva da embarcação.

Segundo o autor J. Clayton Santos, em sua obra O Transporte Marítimo Internacional, o primeiro contêiner foi construído em 1950 pelo exército americano para o transporte de cargas para suas tropas, chamado de Conex (Container Express Service).

**Figura 1 - Conex**



Fonte:<http://www.uship.com/shipment/20ftconex-steel-container-20-ftconex/801638593/>.



Em 1955, Malcolm McLean comprou um navio petroleiro e o adaptou para uma capacidade de 58 contêineres de 33 pés. Esse tamanho de contêiner perdurou até serem criados padrões para dimensões de contêineres, os quais serão apresentados a seguir.

## **2.2 Padronização dos contêineres**

Dada a necessidade de se criar contêineres que pudessem ser transportados por qualquer modal de transporte, sem problemas quanto as medidas dos veículos, foi criado em 1968 uma normatização pela International Standards Organization (ISO) e posteriormente os padrões da American Standard Association (ASA).

Com a adoção desses padrões pela maioria dos países, principalmente o padra ISO, a construção de navios, caminhões, guindastes e equipamentos apropriados para o manuseio ficaram facilitados, o que trouxe agilidade para sua movimentação e transporte.

No Brasil, as normas da ISO foram adotadas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), que em 1971 emitiu as primeiras normas relativas ao contêiner, sua terminologia, classificação, dimensões, especificações etc.

O INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial), é o responsável pelas adaptações das normas da ISO, e emite Certificados de Qualidade de Contêiner.

Os contêineres são padronizados com medidas lida em pés (') e polegadas ("). A única medida invariável é a sua largura que tem sempre 8' (oito pés). A sua altura pode ser de 8', 8'6 e 9'6", sendo a primeira padrão ISO e as demais, padra ASA. Quanto ao comprimento, os mais comuns são os de 20', 40' e 45', embora existam outras medidas como 48' e 53'. Uma unidade do contêiner é conhecida como TEU (Twenty-foot Equivalent Unit), que representa um contêiner de 20'.

## 2.3 Vantagens e desvantagens da utilização de contêineres

### 2.3.1 Vantagens da utilização do contêiner

- Redução da estadia do navio no porto;
- Redução de perdas, roubos e avarias à carga;
- Redução das taxas de capatazia no porto de embarque;
- Possíveis reduções de utilização de mão-de-obra na movimentação da carga, nas dependências da empresa exportadora;
- Proteção contra intempéries;
- Melhor controle de qualidade dos perecíveis;
- Melhor segurança para o pessoal, carga e equipamentos;
- Redução de despesas com conferência de carga nos portos;
- Possíveis reduções de custos de rotulagem e embalagem;
- Estocagem de mercadoria em áreas descobertas;
- Maior rapidez nas operações de carregamento e descarregamento de veículos e embarcações, permitindo, em consequência, aumento da rotatividade dos mesmos;
- Favorece o transporte Intermodal, a facilidade da ligação rodovia-terminal.

### 2.3.2 Desvantagens da utilização do contêiner

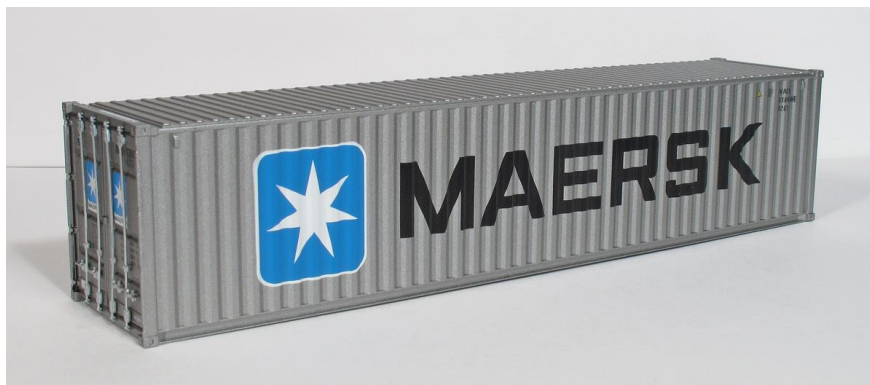
- Quebra de estiva dentro do contêiner devido à incompatibilidade da carga com a forma do contêiner;
- Exigem equipamentos de alto custo para a movimentação dos contêineres;
- Aluguel do contêiner;
- Pagamento de taxas de demurrage (sobrestadia) pelo uso do contêiner quando este ficar à disposição do exportador por um período além do prazo livre;
- Transporte do contêiner vazio para o local onde se efetuará a estufagem;
- Custos de reparos, reposição e retorno dos contêineres;
- Sujeito a pagamento de frete marítimo mínimo que pode exceder o frete da mercadoria transportada sob outra forma de acondicionamento;
- Acréscimos no valor do frete básico marítimo (liners-terms) sob certas condições, sendo a P/H (pier-to-house) e P/P (pier-to-pier) as mais frequentes;
- Incorporação da tara do contêiner na tonelagem global de transporte pode acarretar acréscimos no valor do frete rodoviário, na situação em que a carroceria for do tipo reversível contêiner/carga seca;

## 2.4 Tipos de contêineres

### 2.4.1 Contêiner Dry-Box ou Standard

Contêiner totalmente fechado, com portas nos fundos. É o contêiner mais utilizado e adequado para o transporte da maioria das cargas gerais secas existentes, como alimentos, roupas, móveis, veículos etc.

**Figura 2** – Contêiner Dry-box



Fonte: [https://www.alibaba.com/product-detail/MODEL-CONTAINER-IN-SCALE-1-20\\_661881316.html](https://www.alibaba.com/product-detail/MODEL-CONTAINER-IN-SCALE-1-20_661881316.html).

### 2.4.2 Contêiner Open Top

Contêiner sem teto, que é fechado com lonas de fibras natural ou sintética para transporte de cargas que apresentam dificuldades para o embarque da carga pela porta e necessitam de um acesso especial, embora também possua a porta normal. Próprio para mercadorias que excedam a altura do contêiner, cujas cargas não poderiam ser estufadas num modelo dry-box padrão. E também para cargas pesadas que tenham que ser movimentadas por aparelhos de carga.

**Figura 3** – Contêiner Open Top



Fonte: <http://www.allmaritima.com.br/opentop40.asp>.

### 2.4.3 Contêiner High Cube

Ele tem as mesmas características de construção de um contêiner dry-box de 40', entretanto, podem ter comprimentos diferentes; a altura é sempre 9'6" e a largura padrão de 8'. Além disso, tem uma faixa de listras pretas e amarelas nos quatro cantos na parte superior do contêiner para identificá-lo como sendo do tipo "High-cube" (HC). A figura 4 faz uma comparação do contêiner de 8'6" com o HC, respectivamente.

**Figura 4 – Contêiner HC**



Fonte: <http://www.allmaritima.com.br/hightcube.asp>.

### 2.4.4 Contêiner Ventilado

Como o dry box, porém, com pequenas aberturas no alto das paredes laterais, bem como na parte inferior, para permitir a circulação de ar, como vemos na figura 5. Adequado para o transporte de cargas que requerem ventilação como café e cacau. O ar aqui é natural, não sendo forçado a exemplo do que ocorre com o frigorífico. O ar sempre entra pelas aberturas inferiores, saindo do contêiner pelas aberturas superiores, já que o ar quente é mais leve que o frio.

**Figura 5 – Contêiner ventilado**



Fonte: [www.linhaazuladuaneira.com.br/view/container.php](http://www.linhaazuladuaneira.com.br/view/container.php).

#### 2.4.5 Contêiner REEFER

Semelhante ao dry box, totalmente fechado, com portas nos fundos, apropriado para embarque de cargas perecíveis e que exigem controle de temperatura, como congeladas ou refrigeradas, conforme figura 6, ele pode ser de 20', 40' ou 40' high cube. É um equipamento ideal para transporte de produtos como carnes, sorvetes, frutas e verduras. Pode ser Integrado ou do tipo Vent Hole. Caso o navio não tenha unidades suficientes para conectar todos os contêineres REEFER nas tomadas do navio, pode ser utilizado o Contêiner "Power Pack". Já nos terminais TECON, contam com o auxílio de energia da Unidade Clip On.

**Figura 6** – Contêiner REEFER

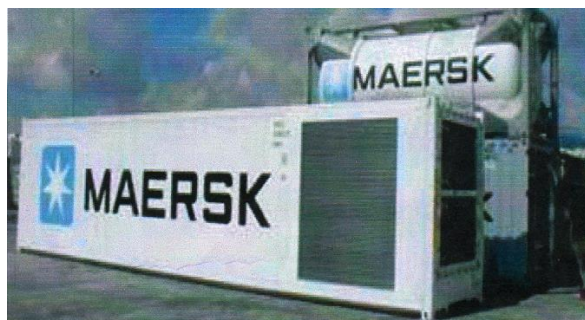


Fonte: <http://www.allmaritima.com.br/reefers40.asp>

#### 2.4.6 Contêiner Hipobárico

Semelhante ao contêiner REEFER, totalmente fechado, com portas nos fundos, sendo seu interior de aço inox que é apropriado para a estufagem de cargas criogênicas, com temperaturas de até - 60° C.

**Figura 7** – Contêiner Hipobárico



Fonte: <http://ecoshipping.com.br/tiposdecontainer/23-40-SuperFreezer>

#### 2.4.7 Contêiner Tanque

Contêiner tanque, dentro de uma armação de tamanho padronizado, próprio para transporte de granéis líquidos, perigosos ou não.

**Figura 8** – Contêiner tanque



Fonte: [http://jmlogistic.net.com.br/?page\\_id=167](http://jmlogistic.net.com.br/?page_id=167)

#### 2.4.8 Contêiner Flat Rack

Contêiner plataforma, sendo uma combinação do open top e open side, sem as paredes laterais e sem teto, apenas com duas cabeceiras. As suas cabeceiras podem ser fixas (fixed and flat), ou rebatidas (collapsible flat), e é adequado para cargas pesadas e grandes, e que excedam as suas dimensões de altura e largura. Tem a capacidade de viabilizar embarques que não podem realizar-se em contêineres fechados e que, obrigatoriamente, precisavam ser embarcados em navios convencionais como carga geral solta (breakbulk).

**Figura 9** – Contêiner Flat Rack



Fonte: <http://www.allmaritima.com.br/flatrack20.asp>

### 3 NAVIO CLASSE “TRIPLE-E”

O primeiro navio da classe “Triple-E”, figura 10, da companhia dinamarquesa Maersk, líder do mercado de transporte de contêineres, foi lançado em junho de 2013, ultrapassando os maiores navios contêineres da empresa CMA-CGM, vindo a ser o maior PC (porta contêineres) da atualidade.

**Figura 10** – Navio classe “Triple-E”



Fonte: <http://www.maersk.com/en/hardware/triple-e>

#### 3.1.1 Características gerais do navio classe “Triple-E”

O navio possui 400 metros de comprimento, uma boca de 59 metros e um calado aéreo de 73 metros, o navio contêiner classe “Triple-E” tem capacidade para 18000 TEUs ao custo unitário de 190 milhões de dólares. O aumento do tamanho dos navios é justificado pela necessidade de se aumentar o volume transportado e em contrapartida a economia do consumo de combustíveis que se tornaram bastante significativos desde a crise de 2008.

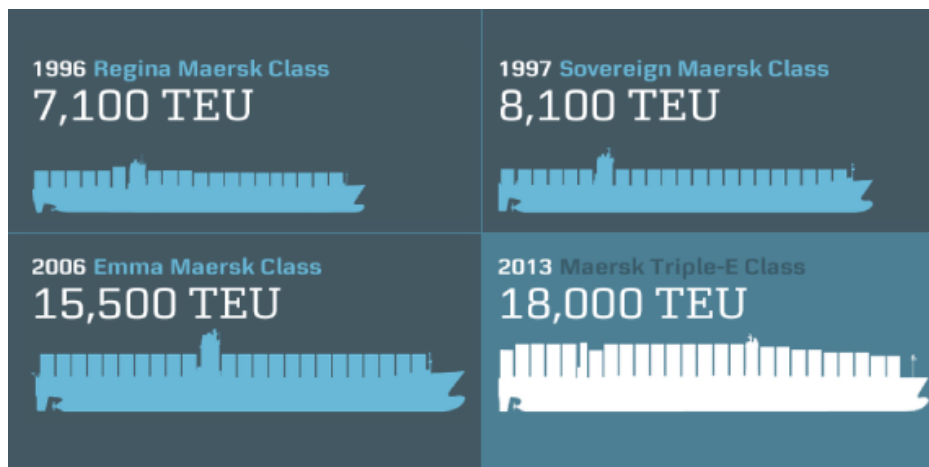
Apesar de haver o interesse de navios cada vez maiores, o navio classe “Triple-E” foi limitado em suas dimensões devido as restrições das áreas onde navegam, como por exemplo o estreito de Malaca, onde o calado máximo para se navegar é de 16m.

### 3.1.2 O significado do nome “Triple-E”

O navio classe “Triple-E” deve seu nome aos conceitos de Efficiency, Economy of scale e Environment, que em português são respectivamente eficiência energética, de economia de escala e meio ambiente, restrições ambientais impostas pela IMO em termos de emissões de CO<sub>2</sub> e enxofre.

- Eficiência energética: deve-se a uma ideia simples, mover-se a uma velocidade reduzida, diminuindo o consumo de combustíveis e as emissões de CO<sub>2</sub>, aliado a um motor com baixas revoluções e hélices maiores do que os presentes nos PC tradicionais, trazendo ainda mais economia.
- Economia de escala: devido à grande capacidade de contêineres, o navio classe “Triple-E” é o maior navio PC construído desde 1996, o que faz com que o navio economize pelo fato de poder transportar mais carga. A figura 11 apresenta uma comparação do navio classe “Triple-E” em relação a outros PC.

**Figura 11** – Comparação entre navios PC e “triple-E”

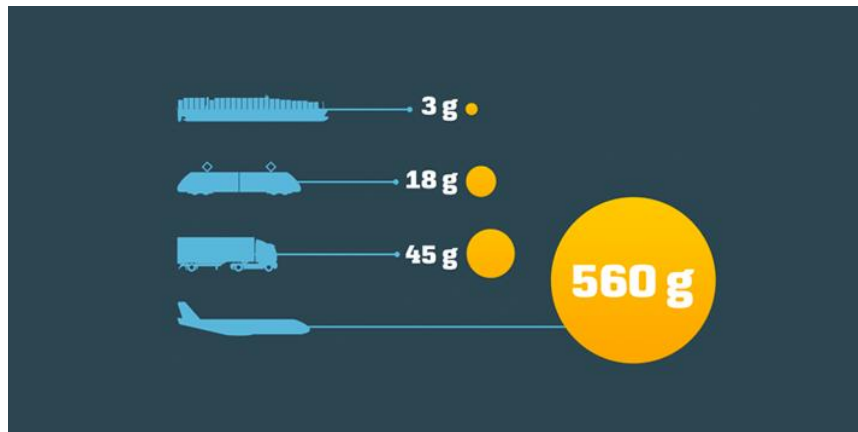


Fonte: <http://www.maersk.com/en/hardware/triple-e/economy-of-scale>

- Meio ambiente: pensando no meio ambiente, os navios classe “Triple-E” reduziram a emissão de CO<sub>2</sub> por contêiner movimentado em 35%, comparado com a média da indústria de comércio Ásia-Europa. A figura 12 apresenta uma comparação da emissão de CO<sub>2</sub> em gramas para o transporte de 1 tonelada de carga a cada quilômetro.



**Figura 12 – emissão de CO<sub>2</sub>**

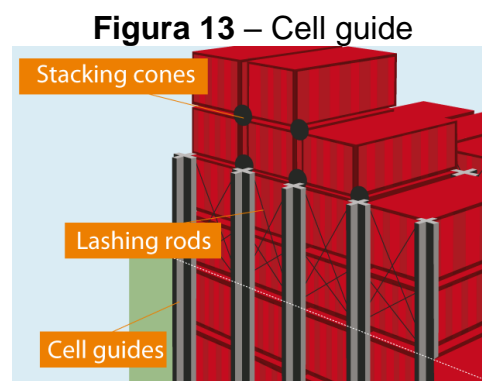


Fonte: <http://www.maersk.com/en/hardware/triple-e/environment>

### 3.1.3 Vantagens da utilização do navio Full Container

- Grande aproveitamento de espaço com baixa quebra de estiva;  
Os porões normalmente ocupam a maior parte da boca da embarcação e devido a forma regular dos contêineres eles são estivados nos slots que tem as dimensões de um paralelepípedo. Isto ocorre nos porões mais próximos da região a meio navio e, próximos do plano diametral, entretanto, como esta classe de navio tem muitos tanques de lastro, principalmente no fundo-duplo, podem ocorrer espaços vazios.

- Facilidade de peação e desapeação;  
Os contêineres estivados no porão não precisam ser peados, portanto, reduz bastante a estadia do navio e, conseqüentemente reduzindo os custos operacionais. Atualmente os navios Full Container possuem um sistema chamado “Cell guide”, figura 13, que possibilita a estivagem dos contêineres no convés sem a necessidade de peação, agilizando ainda mais as operações de carga e descarga.



Fonte: [http://ahbgdtx.webpin.com/blog\\_guide-for-container-equipment-inspection.html](http://ahbgdtx.webpin.com/blog_guide-for-container-equipment-inspection.html)

- Facilidade de estivagem;

A estivagem se torna mais fácil porque os contêineres são encaixados nas cell guides, desde que o navio esteja adriçado ou sem compasso.

- Boas condições de estabilidade;

Os cadernos de estabilidade do navio sugerem os carregamentos para que sejam cumpridas as resoluções da IMO segundo os critérios das estabilidades intactas e em avaria.

- Facilidade e segurança nas operações de carga e descarga;

Em virtude das cargas estarem containerizadas, são reduzidas as possibilidades de acidentes.

- Pouco índice de avarias à carga por furtos e roubos;

As portas dos contêineres são lacradas, e por isso o índice de avarias a carga é bem reduzido. O número do lacre é registrado no manifesto de carga e, em caso de sua violação o Imediato providencia um novo lacre registrando no manifesto de carga a alteração, e novo número de lacre.

- Possibilidade de operar com chuva e neve;

Certamente uma das maiores vantagens dos navios Full Container é a possibilidade da operação de carga ser feita com chuva ou com neve. O único inconveniente é quando ocorre vento de grande intensidade porque causa balanço do contêiner ao ser içado ou arriado no convés ou porão do navio, pois dificulta o encaixe do contêiner na cell guide. Quando isto ocorre cabe ao TECON (Terminal de Containers) informar quando a operação deverá ser paralisada.

- Facilidade na segregação de cargas perigosas;

Nos navios Full Container existem bays destinadas à estivagem de contêineres ovados com cargas perigosas. Os números destas bays são identificados num plano e no Certificado de Conformidade, emitidos pela Sociedade Classificadora responsável pela aprovação de todos os planos operacionais e documentos do navio.

- Redução de custos de mão de obra da estiva e capatazia;

Na operação de carga e descarga dos contêineres não há necessidade do mesmo número de estivadores e pessoal da capatazia utilizados na operação de carga solta ou até mesmo unitizada. A movimentação do contêiner é feita por um operador (guindasteiro) localizado numa cabine que movimenta o contêiner até o slot determinado onde ele é arriado ou içado. Quando o contêiner é estivado no convés, podem ser utilizados até dois estivadores, para balançar o contêiner e localizá-lo na

posição determinada pelo Imediato. Essa quantidade varia de terminal para terminal, podendo o serviço ser feito apenas com o emprego de um estivador. Quando há necessidade de peação dos contêineres no convés, requisita-se um número maior de estivadores.

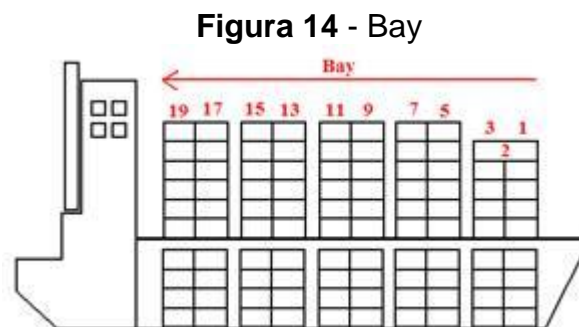
- Adequação ao transporte intermodal ou multimodal.

O contêiner deve se adequar aos diversos modais utilizados para transportar esse equipamento até o costado do navio, por esta razão as carretas e vagões dos trens devem ter os comprimentos e larguras dos contêineres.

### 3.1.4 Posicionamento dos contêineres a bordo do navio

Para poder localizar o contêiner a bordo do navio Full Container foram estabelecidas divisões denominadas “bay”, “row” e “tier”, facilitando o processo de carga e descarga.

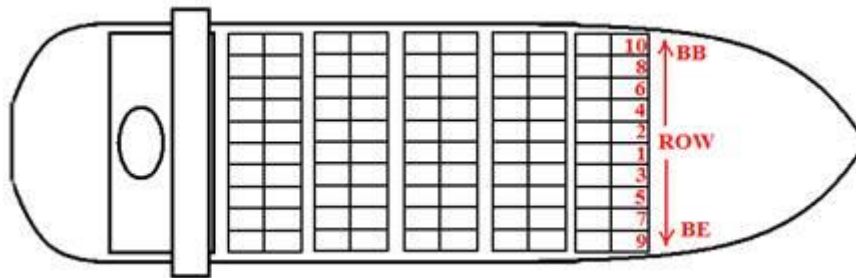
Bay é a divisão transversal do navio a partir da proa até a popa, de um bordo a outro e do cobro até a última altura no convés. Sua numeração vai de proa para a popa, sendo os números ímpares para bays de 20', enquanto as bays de 40' recebem a numeração par. Além disso, ficou estabelecido que as bays pares são numeradas com o algarismo que ficou entre as bays ímpares adjacentes.



Fonte: [http://www.deno.oceanica.ufrj.br/deno/prod\\_academic/relatorios/2012/Roni+Ricardo/relat1/Principal.htm](http://www.deno.oceanica.ufrj.br/deno/prod_academic/relatorios/2012/Roni+Ricardo/relat1/Principal.htm)

Row é a divisão longitudinal do navio contada a partir do plano diametral. Se o número de rows for par, teremos um número igual de rows a boreste e a bombordo, para boreste as rows são ímpares e para bombordo pares. Caso o número de rows seja ímpar, a row sobre o plano diametral recebe a numeração “00”. Dessa forma, como a quantidade de contêineres em ambos os bordos são iguais, possibilita um carregamento sem banda permanente e com momentos torcionais normais.

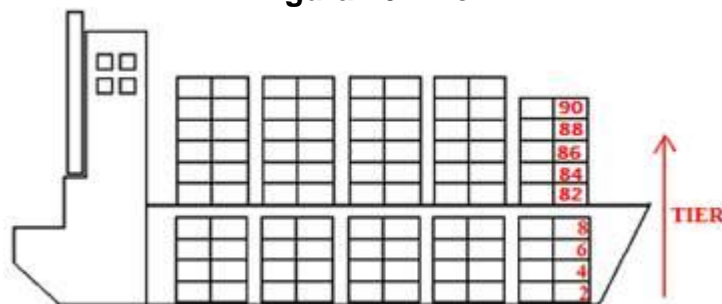
Figura 15 - Row



Fonte: [http://www.deno.oceanica.ufrj.br/deno/prod\\_academic/relatorios/2012/Roni+Ricardo/relat1/Principal.htm](http://www.deno.oceanica.ufrj.br/deno/prod_academic/relatorios/2012/Roni+Ricardo/relat1/Principal.htm)

Tier é a divisão dos porões e convés em camadas, contadas a partir do cobro até a última altura do convés, sendo apenas números pares. As tiers do convés seguem uma progressão idêntica, a única diferença é que os contêineres estivados no convés terão o primeiro algarismo modificado de forma a explicitar sua condição de estivagem. Os critérios para diferenciação das unidades armazenadas sobre a tampa da escotilha e os pilares de estivagem no convés podem variar de acordo com a companhia de navegação; mas, geralmente, substituí o primeiro algarismo pelo número depois da última altura do porão, ou seja, se forem oito alturas (under deck) isto é, 02/04/06/08/10/12/14/16, a primeira altura no convés será 92; pois trata-se da nona altura. Se houver tier abaixo da tampa da escotilha e sobre o convés, essa será numerada com final zero, sendo nesse caso 90.

Figura 16 - Tier



Fonte: [http://www.deno.oceanica.ufrj.br/deno/prod\\_academic/relatorios/2012/Roni+Ricardo/relat1/Principal.htm](http://www.deno.oceanica.ufrj.br/deno/prod_academic/relatorios/2012/Roni+Ricardo/relat1/Principal.htm)

### 3.1.5 Processo de construção do navio classe “Triple-E”

Todo o processo de construção do navio classe “Triple-E”, desde o corte inicial do aço até sua entrega, leva 375 dias. Os navios são construídos em blocos (figura 17), que são construídos separadamente até que são colocados juntos para formar a embarcação, agilizando assim o tempo de construção. Esses navios são construídos simultaneamente, normalmente três embarcações, em docas secas e flutuantes.

No total, são 425 blocos, desde os alojamentos até a praça de máquinas, que após finalizados são movimentados por guindastes e soldados entre si, formando 21 anéis de diferentes tamanhos e formas. Ao longo de toda a produção, uma margem máxima de 5 milímetros de erro foi tolerada, garantindo a integridade estrutural do navio e que todos os tubos, fios, bombas, motores, portas e tudo mais se conectasse exatamente como planejado. No final das etapas de construção, os 21 anéis são soldados formando o maior navio PC.

**Figura 17** – Bloco do navio “triple-E”



Fonte: <http://gigantesdomundo.blogspot.com.br/2011/05/o-maior-navio-cargueiro-do-mundo.html>

## 4 MANOBRABILIDADE DO NAVIO CLASSE “TRIPLE-E”

### 4.1 Problemáticas da manobrabilidade

Por ser um navio de grandes dimensões, com comprimento de 400 metros, boca de 59 metros e uma área vélica de 18000m<sup>2</sup>, torna-se uma tarefa difícil manobrar uma embarcação desse porte. Além disso, as regras da IMO exigem que haja uma visibilidade avante de ao menos 500 metros além da proa, fazendo com que a superestrutura do navio ficasse mais avante, respeitando as regras, e podendo assim adicionar mais linhas de contêineres no convés a ré.

Diante do apresentado, serão apresentados os limites de manobrabilidade tendo como base um PC de 16000 TEUs. A restrição mais importante está relacionada com a área vélica desenvolvida quando o navio está com o máximo da sua capacidade de transporte, a plena carga ou com os contêineres parcialmente vazios, alterando um pouco a área vélica.

#### 4.1.1 Problemática da manobrabilidade devido a ventos fortes

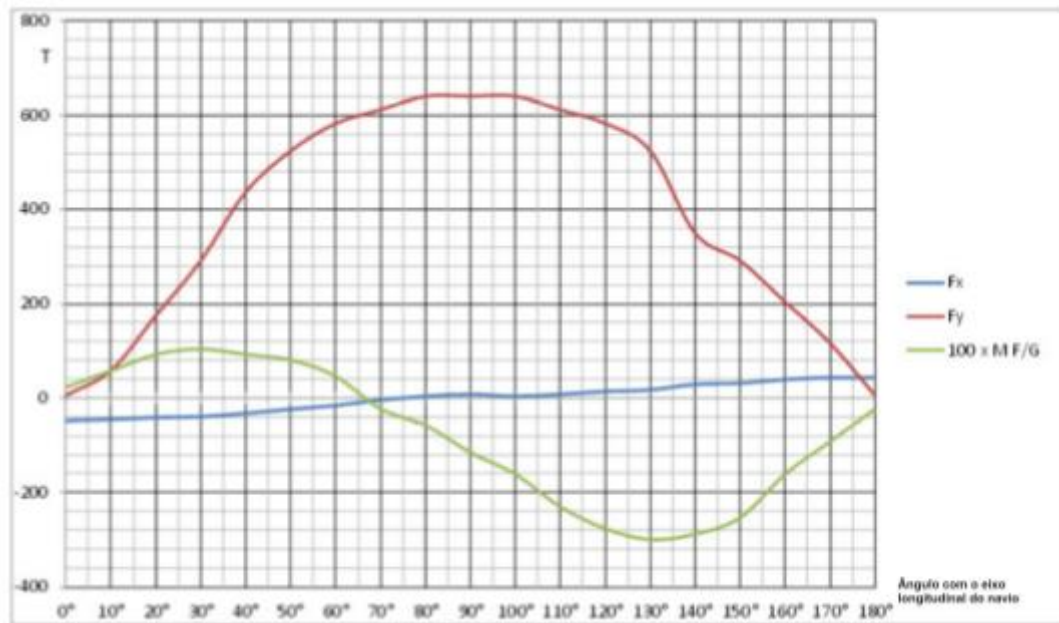
Como não existem regras que limitam o tamanho, quer de navios de carga e menos ainda de navios de passageiros, quais são os limites de manobrabilidade desses PC? Em condição de ventos fortes, a área vélica é tal que o navio pode estar em dificuldades nos seguintes casos:

- Capacidade de manter o seu rumo no fundo navegando em um canal com um forte vento de través; a velocidade mínima de 8,8 nós é necessária para manter um ângulo de deriva de 10° com vento de través de 50 nós;
- Folga abaixo da quilha reduzida sob o efeito da banda e da inclinação por efeito de guinada;
- Manobras portuárias delicadas com vento de través superior a 30 nós soprando para terra ou na direção oposta;
- Com vento superior a 30 nós, é difícil para um rebocador de alto-mar de 200 toneladas de tração no gato segurar o abatimento do PC quando parado e atravessado ao vento.

Estudos realizados para um navio de dimensões próximas as do navio classe “triple-E, onde foram analisadas as forças de coeficientes  $F_x$  e  $F_y$  que são obtidas a partir de cálculos em túnel de vento realizados em laboratórios especializados, deduziram as curvas de forças de pressão em função do ângulo de entrada do vento

em relação a proa para um vento de 50 nós, figura 18.  $F_x$  é a componente longitudinal do vento. Como pode ser visto, é insignificante ou pelo menos facilmente compensável com a propulsão.  $F_y$  é a componente lateral do vento, que é a mais crítica e serve para saber o abatimento do navio.

**Figura 18** - Curvas das forças de pressão exercidas para vento de 50 nós

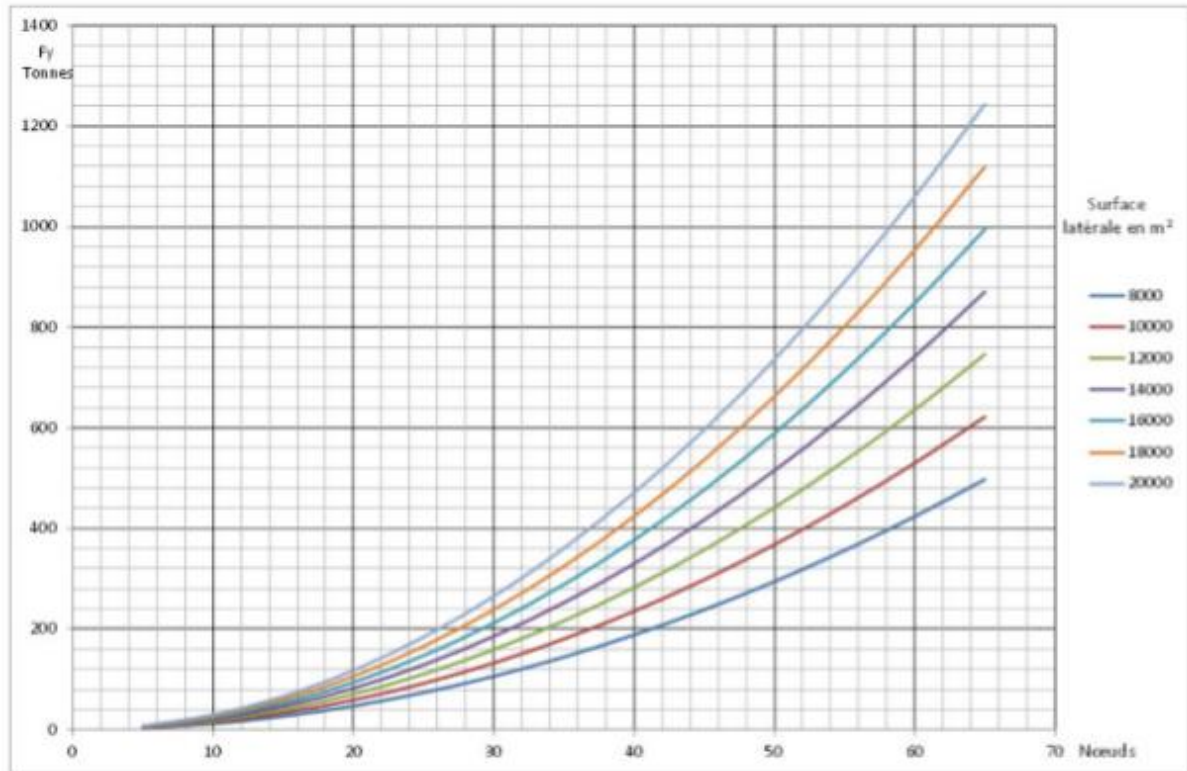


BAUDU, Hervé. Membro da Academia de Marinha

Analisando a figura acima, a componente  $F_y$  se torna maior entre 70° e 120°, quando o abatimento será máximo. Testes realizados no simulador de manobra ENSM de Marseille, nas mesmas condições apresentadas acima, verificou-se que o navio em plena carga, calado de 16 metros, estabiliza em uma velocidade de abatimento de 2 nós. Para um carregamento de 2/3 da sua capacidade, calado de 13 metros, a velocidade de abatimento aumenta para até 2,2 nós. Uma forma de compensar tais valores seria reduzir o número de filas de contêineres no convés, mas isso não se torna viável pelo fato da redução do lucro, ou seja, prejuízo para o armador.

Como é a componente lateral do vento  $F_y$  que é mais crítica para saber o abatimento do navio, e como a área vélica pode evoluir dependendo do carregamento, a Figura 19 mostra a força de pressão devida ao vento em função da área vélica para um coeficiente  $F_y$  de 1,1.

**Figura 19** - Força de pressão lateral em função da área vélica,  $F_y = 90^\circ$



BAUDU, Hervé. Membro da Academia de Marinha

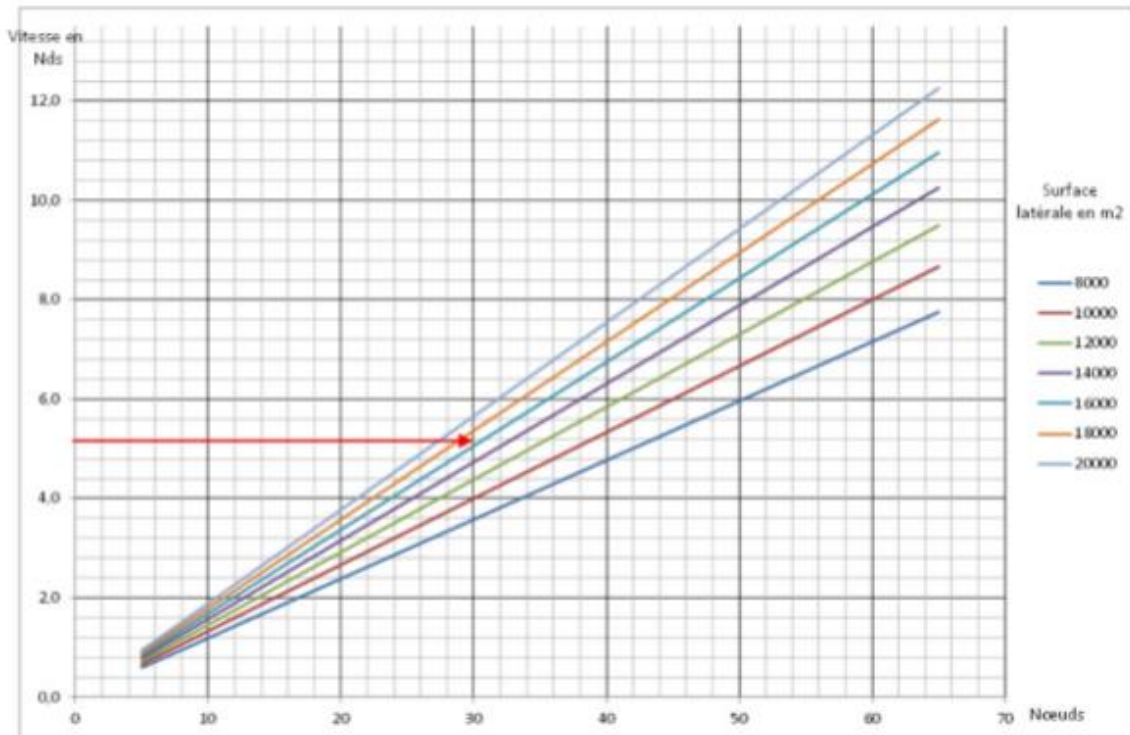
Analisando o gráfico acima, nota-se que quanto maior a área vélica do navio, maior é a componente  $F_y$ , fazendo com que o navio para manter seu rumo deva navegar numa velocidade mínima para cada situação, e no caso de demandar um porto, por limitação de velocidade, deve-se utilizar o auxílio de rebocadores portuários, que será apresentado no próximo tópico.

Para antecipar o risco de abatimento devido a uma velocidade muito baixa, em função da área vélica, a velocidade mínima na superfície (VS) que o navio deve ter para seguir o rumo no fundo desejado, sempre com um ângulo de deriva de  $10^\circ$  ao vento, será apresentado na figura 20.

Ao tomar a velocidade mínima do navio no DSAH (Dead Slow Ahead), ou seja, uma velocidade de 5,2 nós, o navio em condição de carregamento mínimo mantém o rumo até 30 nós de vento lateral. A partir deste valor, o navio abate para sota-vento de seu rumo no fundo.



**Figura 20** - Velocidade mínima por superfície lateral em m<sup>2</sup> para manter uma deriva de 10°



BAUDU, Hervé. Membro da Academia de Marinha

Um fator determinante para que o navio consiga manter seu rumo é devido ao seu motor de última geração com injeção eletrônica de combustível, permitindo navegar com velocidade de cruzeiro pouco elevadas. A tabela 1, Tabela do Telégrafo da Máquina, mostra a relação entre rotação e velocidade do navio.

**Tabela 1** – Tabela do Telégrafo da Máquina

Tabela do Telégrafo da Máquina				
Ordem de máquina	Velocidade, nós	Potência de máquina, KW	rpm	razão de passo
"FSAH"	24,1	78,411	100,6	0,92
"FAH"	15,8	26,917	66	0,92
"HAH"	13,1	17,072	55	0,92
"SAH"	8,4	5,719	33	0,92
"DSAH"	5,2	1,938	22	0,92
"DSAS"	-3,3	2,020	-22	0,92
"SAS"	-5,3	5,983	-33	0,92
"HAS"	-8,3	18,086	-55	0,92
"FAS"	-10	28,672	-66	0,92

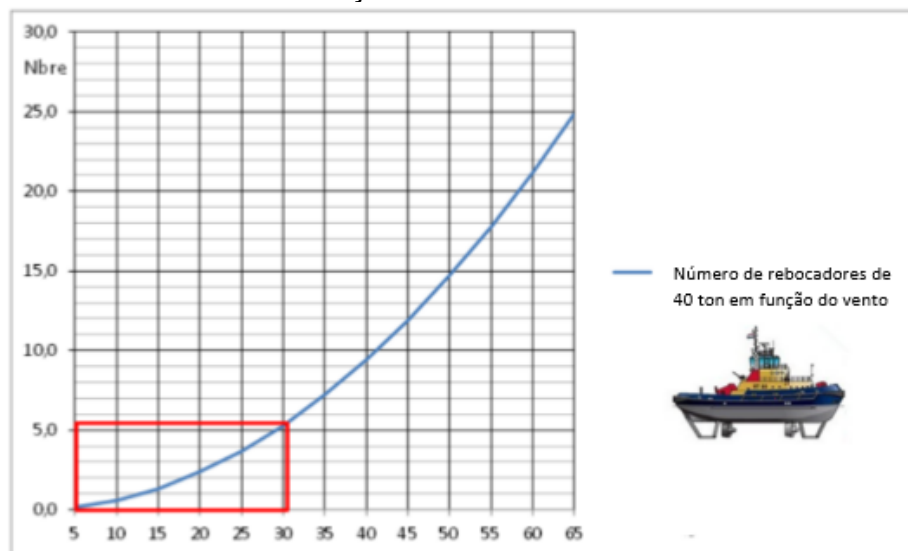
BAUDU, Hervé. Membro da Academia de Marinha

## 4.2 Auxílio de rebocadores portuários

Como foi mostrado anteriormente, a influência do vento na área vélica do navio é de extrema significância, visto que essa área pode chegar a 20000 m<sup>2</sup>, o que leva a necessidade do auxílio de rebocadores não somente para atracar o navio, mas principalmente para mantê-lo atracado durante as operações de carregamento quando em condições de forte vento soprando do cais.

Sabe-se que os rebocadores portuários têm um empuxo nominal de 40 toneladas de “Bollard Pull”, capacidade de reboque. Considerando uma situação onde um vento lateral de 30 nós esteja atuando no costado da embarcação, o que representa uma pressão de 250 toneladas, seriam necessários pelo menos quatro rebocadores, levando em consideração o fato do navio classe “Triple-E” possuir dois propulsores, quando ao fazer o conjugado de máquina adiante com máquina atrás associado ao empuxo lateral obtido pelos lemes para o mesmo bordo, admite-se que esse empuxo equivale à força de um rebocador. A figura 21 indica o número de rebocadores em função da força do vento, sem propulsores e componentes à ré.

**Figura 21** – número de rebocadores necessários para manter o navio em função da força do vento lateral.



BAUDU, Hervé. Membro da Academia de Marinha

Com ventos acima de 30 nós, seja soprando de terra ou sentido oposto, as manobras de atracação e de desatracação, bem como as operações de carregamento se tornam muito delicadas. Sendo assim, um mínimo de quatro rebocadores seria então necessário para que as manobras sejam realizadas com segurança, o que ainda assim não garante que possam ocorrer acidentes.

**Figura 22** - Manutenção do PC atracado por rebocadores empurrando e sob ação de forte vento soprando de terra



BAUDU, Hervé. Membro da Academia de Marinha

A figura acima é uma demonstração de como fortes ventos vindos de terra podem influenciar no momento da operação de carga e descarga, nesse caso, sendo necessários quatro rebocadores para manter a embarcação no cais. O fato desses rebocadores estarem auxiliando nesse momento é devido aos diversos acidentes que ocorreram com o rompimento de espigas que aguentavam o navio, deixando o mesmo à deriva.

Constata-se que em muitos portos, a capacidade e / ou o número de rebocadores disponíveis não são suficientes para manobrar estes navios. Se tentarmos quantificar as forças restritivas sofridas pelo PC submetido a um forte vento de través de 50 nós (condições reconhecidamente extremas, mas realistas), as forças de pressão são equivalentes a uma potência superior a 600 toneladas. Figura 18. Deve-se então antes de demandar os portos, tomar conhecimento do auxílio disponível para efetuar a manobra em segurança.

### 4.3 Acidentes devido a ação da força do vento na área vélica

Acidentes relacionados às dificuldades de manobrar um navio sob a influência do vento em sua grande área vélica são bastante comuns, sendo que alguns tiveram consequências mortais.

PC Lisiana MSC no porto de Nicarágua na África do Sul acaba atingindo o cais oposto depois de partir seus 22 cabos de amarração, o único rebocador disponível não pôde segurar seu movimento, figura 23.

**Figura 23** – Acidente PC Lisiana MSC



BAUDU, Hervé. Membro da Academia de Marinha

Navio de passageiros MSC Fantasia, navio irmão do Concordia, parte todos os seus cabos sob a pressão de um vento muito forte, arrancando o cabeço da proa e destruindo a prancha que liga o cais ao navio, felizmente sem causar vítimas. Figura 24.

**Figura 24** – Acidente navio de passageiros MSC Fantasia



BAUDU, Hervé. Membro da Academia de Marinha

Abatimento do PC CMA-CGM Debussy sobre o cais em Constantza, esmagando os rebocadores impotentes para conter o movimento lateral do navio. Figura 25.

**Figura 25** – Acidente PC Debussy



BAUDU, Hervé. Membro da Academia de Marinha

#### 4.4 Efeito Squat

O efeito squat é um fenômeno hidrodinâmico no qual um navio navegando sofre uma mudança em seu calado médio, conhecido como afundamento do navio. Esse efeito pode ocorrer igualmente a vante ou a ré, ou ser maior em um dos dois pontos, resultando em uma mudança de compasso em combinação com o afundamento do navio é denominado squat. Segundo o Ship Handling for the Mariner, para coeficiente de bloco inferior a 0,7, o navio tende a derrubar. Já para navios com coeficiente de bloco superior a 0,7, o navio tende a embicar.

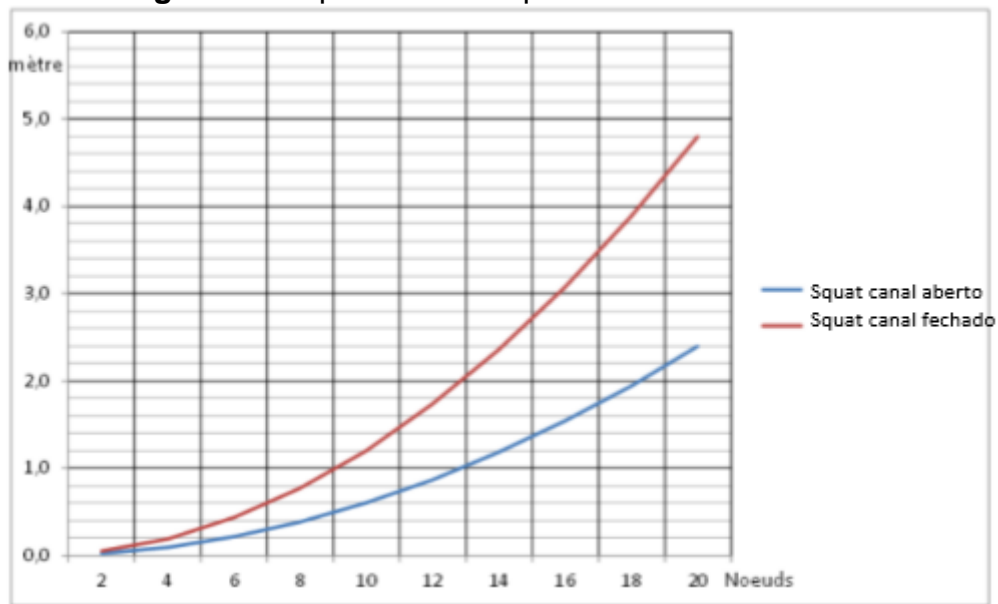
Deve-se levar em consideração que tal efeito é acentuado em águas rasas devido ao aumento da velocidade do fluido em contato com o casco, reduzindo a pressão hidrostática, causando o afundamento e por consequência o efeito squat. São consideradas águas rasas quando a distância da quilha ao leito marinho é inferior a 0,5 o calado.

Cálculos realizados para um PC de 16000 TEU a uma velocidade de 10 nós (fórmulas aproximadas de squat – Barras) mostraram que o afundamento para canal aberto é de cerca de 0,6 metros e para águas abertas 1,2 metros (figura 26), o que torna determinante ao navegador atentar para a profundidade e a velocidade demandada pelo navio.

Fórmula de Barras: (Cb – Coeficiente de bloco. V – Velocidade em nós.)

Squat em canal aberto em metros:  $e = C_b \times V^2 / 100 = 0,6m$

Squat em canal fechado em metros:  $e = 2C_b \times V^2 / 100 = 1,2m$

**Figura 26:** Squat calculado para o PC de 16000 TEU

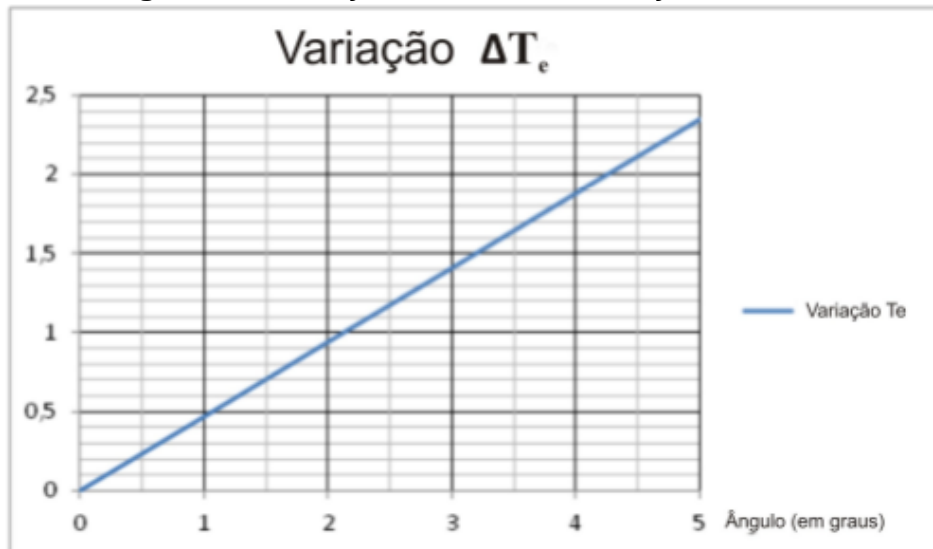
BAUDU, Hervé. Membro da Academia de Marinha

#### 4.5 Variação da banda

Devido à grande boca dos navios PC, que no caso do navio “Triple-E” é de 59 metros, em uma guinada, o navio pode assumir uma banda que é proporcional à sua velocidade (força centrífuga) e a sua estabilidade (valor da GM). Em condições normais de carregamento, o GM do navio é relativamente baixo, fazendo com que a banda dificilmente ultrapasse 2°. Para se ter um parâmetro da importância do ângulo de banda no momento da guinada para esses navios, um grau de banda provoca um aumento do calado em 50 centímetros. Figura 27.

Fator determinante no ângulo de banda do navio é a influência do vento na área vélica do navio, no qual quanto menor o GM, mais o vento fará o navio adernar e, conseqüentemente, aumentar o calado. Estudos realizados para o navio CMA-CGM Marco Polo, semelhante ao classe “Triple-E”, mostraram que para GM inferior a um metro é considerado uma situação perigosa, e o navio pode adernar fortemente. Para GM perto de 1,30 m, o valor da banda pode atingir 5°, o que significa uma variação de calado de 2,5 m, o que é um valor considerável em águas restritas.

É frequente os navios PC navegarem com GM alto, evitando assim lastrar, pois reduziria a capacidade de contêineres embarcados. No entanto, GM alto gera um momento de adriçamento bastante importante, com conseqüente aumento do risco de perda de contêineres e ruptura das peias.

**Figura 27:** Variação do calado em função da banda

BAUDU, Hervé. Membro da Academia de Marinha

Em situação de emergência, estes PC, forçados a dar todo leme para um bordo para evitar um perigo, poderiam encalhar devido à sua grande boca, sendo o valor da variação do calado mais importante por causa da banda do que pelo squat em um canal aberto.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos fatos apresentados, é importante ressaltar o papel desempenhado pelo oficial de náutica, que deve estar preparado para gerenciar as dificuldades e conduzir um navio deste porte, com características singulares, em segurança. A problematização apresentada sobre área velica está diretamente relacionado à uma má governabilidade que consiste em manter o navio com a proa no rumo desejado, no qual pode ser associado, em vários momentos, aos barcos a vela que utilizam o vento como auxílio à navegação. Assim como os veleiros navegam, aproximadamente, sempre defasado do seu rumo tanto para bombordo como para boreste, um navio “Triple E” navega com um aproamento defasado de 10º para compensar o abatimento que ele sofre pelo efeito do vento e da corrente.

Assim, torna-se imprescindível para a navegabilidade dessa embarcação, o conhecimento dos fatos explicitados no presente trabalho pelo oficial que conduzirá a embarcação e principalmente a habilidade para enfrentar situações adversas.



## REFERÊNCIAS

A importância do contêiner. Disponível em: <http://www.vivacomex.com.br/a-importancia-do-container/>. Acessado em 13/04/2017.

**BAUDU**, Hervé. Membro da Academia de Marinha.

Bay. Row. Tier. Disponível em: <http://www.deno.oceanica.ufrj.br/deno/prodacademic/-relatorios/2012/Roni+Ricardo/relat1/Principal.htm>. Acessado em 25/07/2017.

Cell guide. Disponível em: [http://ahbgdtx.webpin.com/blog\\_guide-for-container-equipment-inspection.html](http://ahbgdtx.webpin.com/blog_guide-for-container-equipment-inspection.html). Acessado em 23/07/2017.

**COELHO**, Adilson. Técnicas de Transporte Marítimo, TTM-1.

Conex. Disponível em: <http://www.uship.com/shipment/20ftconex-steel-container-20-ftconex/801638593/>. Acessado em 05/06/2017.

Contêiner Dry-Box. Disponível em: [https://www.alibaba.com/product-detail/MODEL-CONTAINER-IN-SCALE-1-20\\_661881316.html](https://www.alibaba.com/product-detail/MODEL-CONTAINER-IN-SCALE-1-20_661881316.html). Acessado em 24/06/2017.

Contêiner Open Top. Contêiner HC. Contêiner REEFER. Contêiner Flat Rack. Disponível em: <http://www.allmaritima.com.br/>. Acessado em 24/06/2017.

Contêiner Ventilado. Disponível em: [www.linhaazuladuaneira.com.br/view/-container.php](http://www.linhaazuladuaneira.com.br/view/-container.php). Acessado em 24/06/2017.

Navio classe “Triple-E”. Disponível em: <http://gigantesdomundo.blogspot.com.br/201-1/05/o-maior-navio-cargueiro-do-mundo.html>. Acessado em 25/07/2017.

Navio classe “Triple-E”. Emissão de CO<sub>2</sub>. Comparação entre navios PC e “triple-E”. Maersk. Disponível em: <http://www.maersk.com/en/hardware-/triple-e>. Acessado em 20/07/2017.

**ROJAS**, Francisco Carlos de Salles Cunha. Monografia: Operações em navios Full Container, 2013.

**SANTOS**, J. Clayton. O Transporte Marítimo Internacional. São Paulo: Aduaneiras, 1982. 2. ed.