

Janeiro 2022

DOCUMENTO RESUMO

Grupo 42

Manuela Leite - 1200720

Francisco Queiroz - 1201239

Pedro Rocha - 1201382

Rita Arianas Sobral - 1201386

LAPR3

Professor: João Lima Lopes

SUMÁRIO

01 – INTRODUÇÃO

02 – REEFER VESSEL

05 – CONTAINER SHIP

08 – LAKE FREIGHTER

10 – US418

14 – US419

17 – US420

INTRODUÇÃO

No contexto de negócio apresentado, são efetuados transportes de longa distância de mercadorias. Os serviços geralmente realizados requerem um número elevado de condições para que a locomoção dos conteúdos se dê com sucesso. Seja pelas condições do trajeto que vão efetuar, pelas necessidades energéticas dos contentores que possuem ou até por uma elevada percentagem de ocupação.

Como previamente justificado, no processo de transporte de mercadoria, é essencial garantir que as embarcações são adequadas às mercadorias a transportar.

Para tal efeito, foi necessário escolher 3 tipos de navios que consideramos terem as características necessárias para efetuar o transporte de bens com necessidades especiais.

Sem esta escolha, não seria possível maximizar a eficiência de transporte e até mesmo realizar o mesmo com todas as condições de segurança reunidas.

Neste documento, apresentamos as nossas escolhas e os motivos pelos quais optamos por estes tipos de embarcações. Para além dos nossos fundamentos técnicos e lógicos, apresentamos também ilustrações das embarcações selecionadas.

Disponibilizamos também modelos geométricos destes navios, bem como os cálculos efetuados de forma a satisfazer os requisitos impostos pelo Capitão de cada navio.

REEFER VESSEL

Aquando do transporte de mercadorias que precisam de ser mantidas a uma temperatura constante, uma opção poderá passar por **Reefer Ships**, traduzindo, **navios frigoríficos**, visto serem projetados para um transporte com temperatura controlada e, acima de tudo, constante, permitindo uma viagem controlada e eficiente.

Este tipo de navios pode ser dividido em 3 categorias, sendo a mais relevante para o nosso contexto de negócio os **Refrigerated Container Ships**, traduzindo, **navios porta-contentores refrigerados**, pois são construídos especificamente para o transporte de contentores refrigerados individuais.

A metodologia de funcionamento deste navio é bastante antiga, contudo, tem vindo a ser refinada de forma a maximizar a capacidade de refrigeração dos conteúdos transportados.

O seu aspeto é enganador, visto que um navio deste tipo facilmente é confundido com um cargueiro habitual. Apenas a característica cor branca (que facilita a refrigeração) e o design subtilmente mais esguio identificam este tipo de transporte.

Este tipo de navios, permite um transporte variado de bens na mesma embarcação. Isto porque, por exemplo, o mesmo navio pode ter secções refrigeradas e outras à temperatura ambiente, o que permite manter as mercadorias sem quaisquer necessidades extra a uma qualquer temperatura.

É também considerado um impulsionador económico graças à sua capacidade de locomover mercadorias sensíveis durante longuíssimas distâncias. Por exemplo, lacticínios provenientes do continente Asiático, sem recorrer a um transporte aéreo, têm apenas este tipo de transporte como solução.

REEFER VESSEL

Contudo, confiar no output energético do navio para a refrigeração da carga pode trazer problemas, visto que as condições para gerar energia podem nem sempre reunir-se.

Por exemplo, em condições climatéricas desfavoráveis, como tempestades ou temperaturas extremas, o funcionamento dos geradores pode ser comprometido.

Para além da incerteza do constante fornecimento de energia, os custos associados ao transporte de matérias climatizadas é deveras superior. Isto porque, para que a energia seja produzida, é necessário que exista uma matéria com potencial energético armazenada no navio.

Apesar das diferentes secções de armazenamento do navio serem uma mais valia na organização e disposição dos contentores consoante a sua necessidade, isto aumenta consideravelmente o volume da embarcação.

Uma embarcação de elevadas dimensões implica diretamente um porto de maior dimensão, o que impossibilita o trânsito destes veículos marítimos para todos os destinos necessários.

Em países com menor poderio económico e um reduzido número de interfaces marítimas, pode até mesmo ser impossível descarregar os conteúdos pertencentes ao destino.

Assim, embora deveras vantajoso, este tipo de navios pode nem sempre aplicar-se ao contexto da viagem ou ao trajeto que terá de percorrer. É um complicado processo de logística e análise.

Dimensões:

- Comprimento: 342m
- Largura: 42m
- Tara: $152 \cdot 10^6$ Kg

REEFER VESSEL



FIGURA 1 – REEFER VESSEL ATRACADO

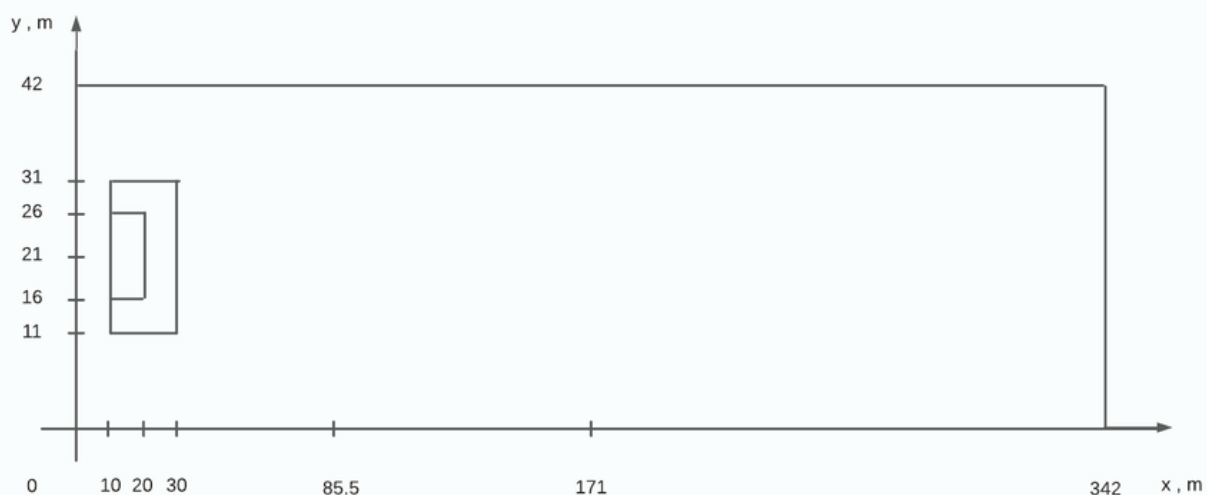


FIGURA 2 – DIMENSÕES DE UM REEFER VESSEL



FIGURA 3 – VISTA LATERAL DE UM REEFER VESSEL

CONTAINER SHIP

Aquando do transporte de mercadorias em massa e sem quaisquer necessidades específicas de acomodamento, após uma análise, cremos que o comum **Navio Porta-Contentores (do inglês, Container Ship)**, é o meio que mais se adequa ao transporte em massa de contentores.

Os porões são concebidos com estruturas semelhantes a grades que permitem a fácil carga e descarga, agilizando os processos de movimentação de contentores.

Ao contrário dos **Reefer Vessels**, este depende de uma grua ou um guindaste externo para preencher a sua capacidade total.

Este é um dos mais antigos meios de transporte e ao longo dos tempos, a tendência de design destas estruturas tem vindo a incrementar drasticamente. Por exemplo, o desenvolvimento económico e o crescimento populacional são fatores que influenciam o comprimento e a largura destes meios.

Contudo, esta filosofia de design é também tida em mente devido às adversas condições às quais estas embarcações são submetidas nas longas viagens que realizam.

A principal característica da geometria de um casco destes cargueiros é o seu alto coeficiente de flutuação.

Ou seja, quando comparado com outros navios, este é mais largo e maior dimensionado, o que permite uma maior estabilidade em condições adversas e também suportar uma carga bastante superior.

Transporta praticamente qualquer tipo de carga, percorre longas distâncias, e é ambientalmente mais sustentável graças a consumir menos combustível e transportar elevadas quantidades.

CONTAINER SHIP

Todavia, estas dimensões e elevada capacidade não são somente uma vantagem.

Este tipo de navio é muito lento, o que faz com que entregas urgentes não se adequem a esta embarcação.

Existem limitações tanto quanto ao embarque como ao desembarque e facilmente provoca congestionamentos em portos.

É também importante dar relevo à incapacidade de percorrer diversos trajetos devido à fraca capacidade de manobra e a passagens estreitas.

Aplicando ao nosso contexto um exemplo atual, temos o Porta-Contentores Ever Given que ficou preso no canal de Suez no começo do ano passado, destabilizando a economia mundial, visto que impediu várias rotas comerciais globais.

Tal como o navio mencionado anteriormente, possui as suas vantagens e desvantagens, algo que dever ser averiguado num afincado processo de logística de forma a tentar compreender qual a melhor escolha tendo em conta as necessidades dos conteúdos que carrega e os locais nos quais vai ter de atracar.

Dimensões:

- Comprimento: 352m
- Largura: 46m
- Tara: $140 \cdot 10^6$ Kg

CONTAINER SHIP



FIGURA 4 - VISTA LATERAL DE UM CONTAINER SHIP

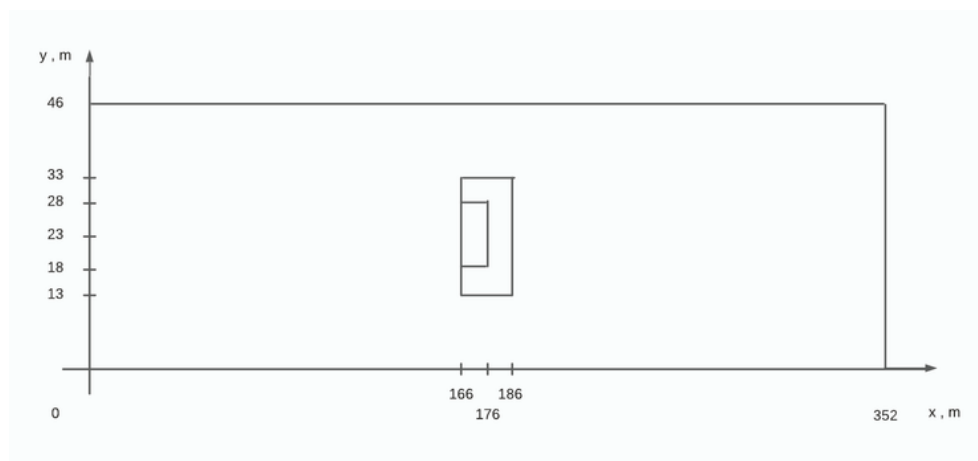


FIGURA 5 - DIMENSÕES DE UM CONTAINER SHIP

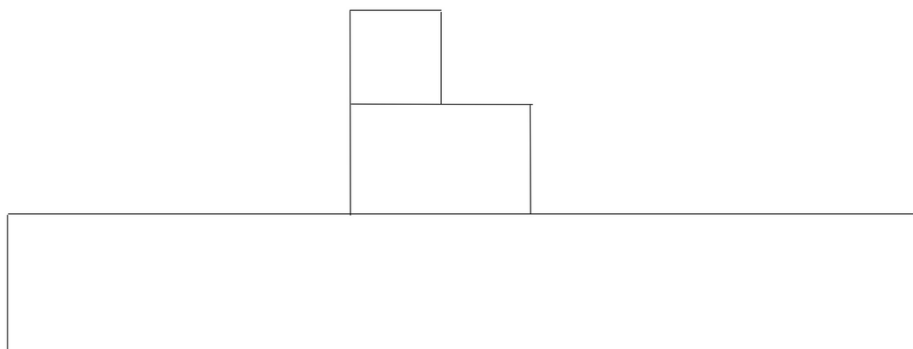


FIGURA 6 - VISTA LATERAL DE UM CONTAINER SHIP

LAKE FREIGHTER

Lake Freighters são embarcações tipicamente avistadas em águas norte americanas.

Estes navios foram originalmente projetados para um transporte de cargas a granel, tais como calcário, carvão, entre outras matérias primas.

Porém, atualmente, este tipo de barcos foi adaptado para também ser possível o transporte de conteúdos como contentores, expandindo assim a funcionalidade destes navios.

Estes são mais pequenos que os barcos mencionados previamente, embora, de elevadas dimensões.

Como inicialmente projetados para atravessarem águas de lagos, todos eles têm características em comum, diferindo também dos habituais contentores de carga em massa. Por exemplo, geralmente mais estreitos e longos.

Curiosa e logicamente, estes navios possuem também uma maior esperança de vida que os restantes, visto que maioria das suas rotas são efetuadas em águas doces. Assim, os metais que constituem a estrutura do mesmo duram mais tempo, visto que não existe sal que possa corroer os metais presentes neste. A esperança de vida de um destes veículos pode chegar até aos 50 anos, um valor bastante grande.

Dimensões:

- Comprimento: 346m
- Largura: 50m
- Tara: $147 \cdot 10^6$ Kg

LAKE FREIGHTER



FIGURA 7 - LAKE FREIGHTER

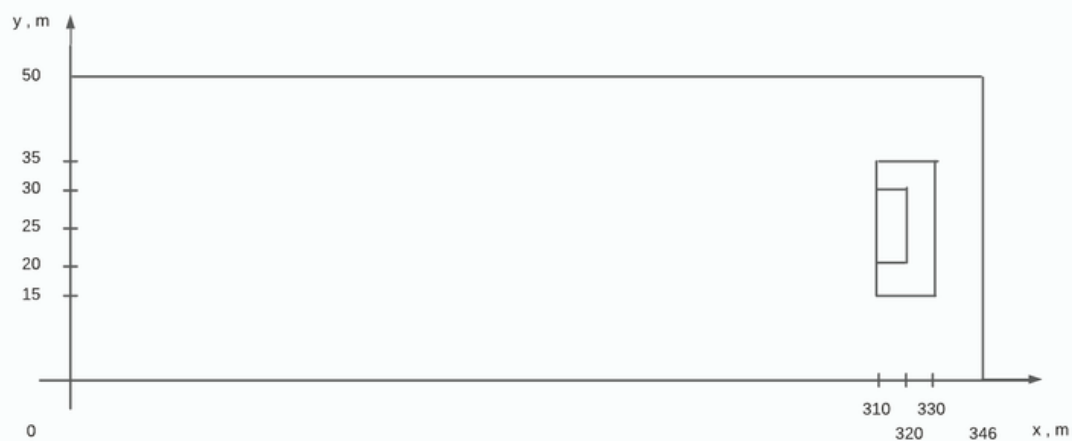


FIGURA 8 - DIMENSÕES DE UM LAKE FREIGHTER



FIGURA 9 - VISTA LATERAL DE UM LAKE FREIGHTER

US 418

De forma a poder descobrir o centro de massa de cada navio, é necessário descobrir individualmente a massa de cada uma das suas componentes, bem como o seu ponto médio no referencial da embarcação e a tara do veículo marítimo.

Para efetuar o cálculo da área, recorreu-se à fórmula $A = cl$, em que c = comprimento e l = largura.

Para calcular a massa de cada componente, usou-se a seguinte fórmula:

$$m = \frac{A \times m_{total}}{A_{total}}$$

Tal foi possível graças à existência de uma maquete detalhada de cada navio, incluindo as medições das estruturas constituintes, bem como a tara deste conjunto. Assim, foi-nos possível efetuar os seguintes cálculos:

- Reefer Ship

Área total: $14364m^2$

Tara: $140 \times 10^6 kg$

Massa A1: $139961013,6 kg$

Massa A2: $2923976,61 kg$

Massa A3: $974658 kg$

X1: $171 m$

X2: $15 m$

X3: 20

$$X_{cm} = \frac{139961013,6 \times 171 + 2923976,61 \times 20 + 974658 \times 15}{140 \times 10^6} = 171,48m$$

$$Y_{cm} = \frac{139961013,6 \times 21 + 2923976,61 \times 21 + 974658 \times 21}{140 \times 10^6} = 21,58m$$

US 418 - CONTINUAÇÃO

- **Container Ship:**

Area total: $16192m^2$

Tara: $140 \times 10^6 kg$

Massa A1: $136541502 kg$

Massa A2: $2593873,52 kg$

Massa A3: $864624,51kg$

X1: 176 m

X2: 15 m

X3: 20 m

Y1: 23 m

Y2: 23 m

Y3: 23 m

$$X_{cm} = \frac{136541502 \times 176 + 2593873,52 \times 15 + 864624,51 \times 20}{140 \times 10^6} = 172,05m$$

$$Y_{cm} = \frac{136541502 \times 23 + 2593873,52 \times 23 + 864624,51 \times 23}{140 \times 10^6} = 23m$$

- **Lake Freighter:**

Área total: $17300m^2$

Tara: $147 \times 10^6 kg$

Massa A1: $142751445,1 kg$

Massa A2: $3398843,93 kg$

Massa A3: $849710,98kg$

X1: 173 m

X2: 320 m

X3: 315 m

Y1: 25 m

Y2: 25 m

Y3: 25 m

$$X_{cm} = \frac{142751445,1 \times 176 + 3398843,93 \times 320 + 849710,98 \times 315}{147 \times 10^6} = 180,13m$$

$$Y_{cm} = \frac{142751445,1 \times 25 + 3398843,93 \times 25 + 849710,98 \times 25}{147 \times 10^6} = 25m$$

US 419

No decorrer desta US é requisitado a localização para 100 contentores, de forma a que o centro de massa do navio não seja alterado quando estes são organizados e armazenados no navio.

Para tal, tendo em conta o conhecimento do centro de massa atual do navio, de acordo com uma organização simétrica de uma "matriz" de 10x10 contentores, e a massa de cada contentor, é necessário efetuar os cálculos correspondentes.

Para tal, na equação do Centro de Massa, usamos esta mesma coordenada como incógnita da expressão, e solucionamos a mesma em ordem à mesma, o que nos permitirá descobrir qual a posição no referencial do navio que é ideal para o armazenar.

Assim, para um contentor com massa de 500Kg, efetuou-se os seguintes cálculos:

- **Reefer Vessel:**

$$\frac{(180,13 \times 140 \times 10^6) + 50000x}{(140 \times 10^6 + 50000)} = 180,13 \Leftrightarrow 50000x = 9006500 \Leftrightarrow x = 180,13 \text{ m}$$

$$\frac{(21,58 \times 140 \times 10^6) + 50000y}{(140 \times 10^6 + 50000)} = 21,58 \Leftrightarrow 50000y = 1079000 \Leftrightarrow y = 21,58 \text{ m}$$

US 419 – CONTINUAÇÃO

- **Container Ship:**

$$\frac{(172,05 \times 140 \times 10^6) + 50000x}{(140 \times 10^6 + 50000)} = 172,05 \Leftrightarrow 50000x = 8602500 \Leftrightarrow x = 172,05 \text{ m}$$

$$\frac{(23 \times 140 \times 10^6) + 50000y}{(140 \times 10^6 + 50000)} = 23 \Leftrightarrow 50000y = 1150000 \Leftrightarrow y = 23 \text{ m}$$

- **Lake Freighter:**

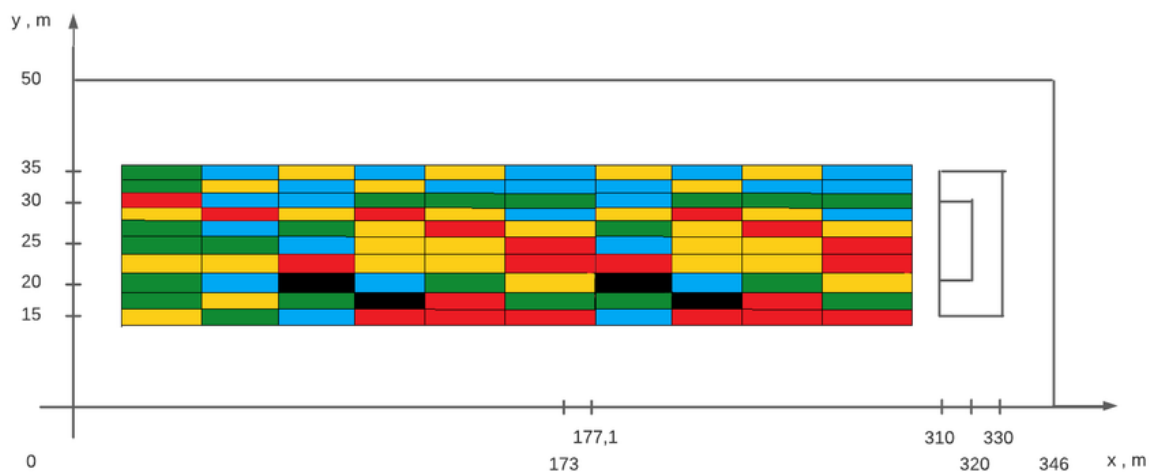
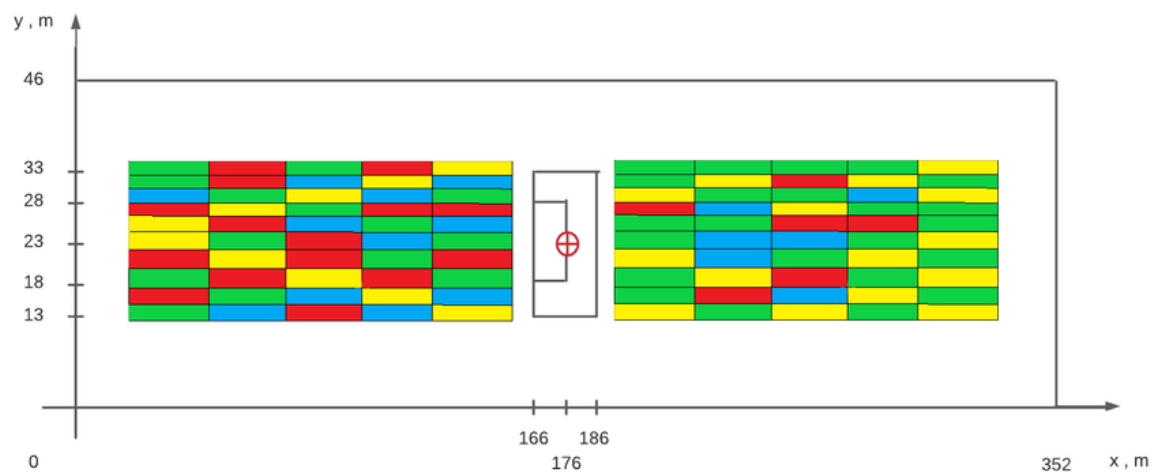
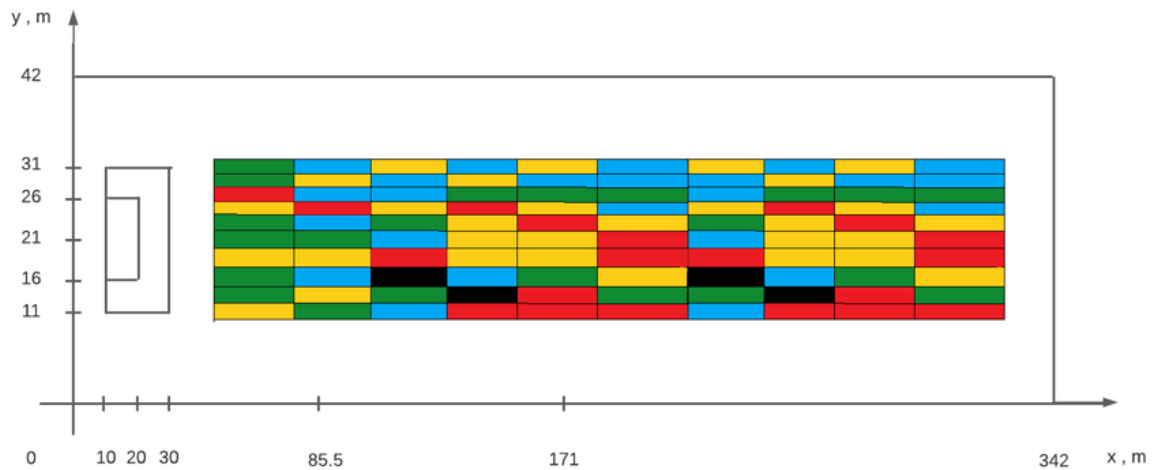
$$\frac{(180,13 \times 147 \times 10^6) + 50000x}{(147 \times 10^6 + 50000)} = 180,13 \Leftrightarrow 50000x = 9006500 \Leftrightarrow x = 180,13 \text{ m}$$

$$\frac{(25 \times 147 \times 10^6) + 50000y}{(147 \times 10^6 + 50000)} = 25 \Leftrightarrow 50000y = 1250000 \Leftrightarrow y = 25 \text{ m}$$

Após os cálculos efetuados, podemos então inferir para cada navio quais são as coordenadas nas quais devem ser armazenados um conjunto de 100 contentores, de forma a não alterar o centro de massa do navio.

Exemplo de distribuição: (página seguinte)

US 419 - CONTINUAÇÃO



US 420

Para fins de explicação, consideramos um navio cuja massa é $1,52 \cdot 10^8 \text{Kg}$, comprimento: 342m e largura: 42m.

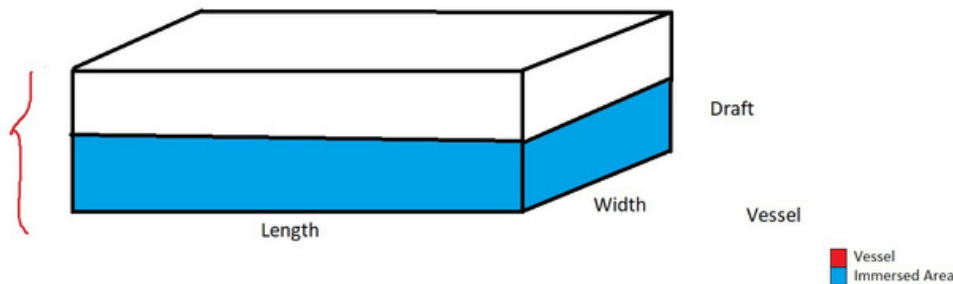
1. Determine a massa total colocada no Navio e a pressão que ele exerce na água. A fórmula para calcular a pressão é a seguinte:

$$P = F/A$$

No cálculo da força peso (F), consideramos a força aplicada, o peso.

$$F = \text{Peso} = (\text{Massa do Ship} + \text{Massa dos Contentores}) * \text{Gravidade} = 1.48 * 10^9 \text{ N}$$

Cálculo da área imersa (A).



O A na função, corresponderá à área submersa do Navio, uma vez que consideramos o navio um paralelepípedo, a área total corresponde à soma das áreas parciais.

$$A = (2 * \text{largura} * \text{calado}) + (2 * \text{comprimento} * \text{calado}) + (\text{comprimento} * \text{largura}) = 15433 \text{ m}^2$$

Cálculo da pressão que o navio exerce na água:

$$P = 1.48 * 10^9 / 15433 = 96518 \text{ Pa}$$

US 420 – CONTINUAÇÃO

2. Determine a diferença de altura que a embarcação sofreu, acima do nível da água.

Primeiramente, vamos descobrir o volume do navio vazio imerso na água, a fórmula para calculá-lo é a seguinte:

$$\begin{aligned}\text{Volume imerso (Navio vazio)} &= \text{Massa do Navio} / \text{Densidade da água salgada} \\ &= 1.52 * 10^8 / 1030 = 147572 \text{ m}^3\end{aligned}$$

De seguida, calculamos o volume imerso carregado com 20000 contentores:

$$\begin{aligned}\text{Volume imerso (Navio vazio)} &= \text{Massa do Navio} / \text{Densidade da água salgada} \\ &= (1.52 * 10^8 + 20000 * 500) / 1030 = 157282 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Para calcular o Calado, uma vez que temos o volume submerso, tendo o comprimento e a largura, podemos encontrar o calado, com o navio vazio e carregado. Nota: O calado do navio vazio é um atributo, porém calculamos para confirmar.

$$\begin{aligned}\text{Calado (Navio vazio)} &= \text{Volume imerso (Navio vazio)} / (\text{comprimento} * \\ &\quad \text{largura}) = 147572 / (342 * 42) = 10.27 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Calado (Navio Carregado)} &= \text{Volume imerso (Navio Carregado)} / \\ &\quad (\text{comprimento} * \text{largura}) = 157282 / (342 * 42) = 10.94 \text{ m}\end{aligned}$$

Para calcular a altura que o Navio desceu uma vez carregado, é igual ao calado do navio carregado menos o calado do navio vazio.

$$\begin{aligned}\text{Diferença de altura} &= \text{Calado (Navio Carregado)} - \text{Calado (Navio vazio)} = \\ &\quad 10.94 - 10.27 = 0.67 \text{ m}\end{aligned}$$

Portanto, o navio quando carregado com 20.000 contentores, desce 0,67m.