

ARTICULAÇÃO

ITINERÁRIOS

NATUREZA

BNCC 



A economia global foi colocada em risco por forças da natureza que causaram o encalhe do navio Ever Given, no Canal de Suez, em 23 de março de 2021. A missão de desencilhar um cargueiro de 200 mil toneladas, que gerava prejuízos de 9,6 bilhões de dólares em média por dia, dependia de um conceito da Física tanto simples quanto magnífico: a fluidez em fluidos. Mas foi preciso uma “ajudinha” da natureza.

O navio Ever Given foi liberado do Canal de Suez com uma “ajudinha” da Lua cheia

[...]

O Ever Given viajava da China com destino à Holanda, mas acabou preso no Canal de Suez, que liga o Mar Mediterrâneo ao Mar Vermelho e é usado por outras centenas de embarcações transportando produtos para todo o mundo. Como resultado, outros navios foram se acumulando nas redondezas enquanto o impasse do Ever Given não era resolvido. [...]

[...] o navio começou a se mover depois que algumas embarcações de apoio ajudaram a desencalhá-lo. [...].

E onde entra a “ajudinha” da Lua em tudo isso? É que as embarcações foram favorecidas pela maré alta da Lua cheia do momento, já que a água do Canal de Suez, assim como a dos mares e outros corpos líquidos massivos, sobe e desce com o efeito das marés.

CASSITA, Danielle. O navio Ever Given foi liberado do Canal de Suez com uma “ajudinha” da Lua cheia. **CanalTech**, 30 mar. 2021. Disponível em: <<https://canaltech.com.br/espaco/o-navio-ever-given-foi-liberado-do-canal-de-suez-com-uma-ajudinha-da-lua-cheia-181646/>>. Acesso em: 12 maio 2021.





V Quem é o prático, o “manobrista” de navios que evita acidentes como o de Suez

[...]

Uma embarcação do porte do *Ever Given* possui uma *área vélica* imensa – um termo que vem de “vela”, mas não é empregado apenas em veleiros. Ele se refere a qualquer superfície da embarcação com potencial para fazê-la sair do lugar quando é atingida pelo ar em movimento. Quanto maior a superfície, maior a força que a atmosfera exerce sobre ela.

Tudo, no mundo náutico, é grande, pesado, caro e coberto por seguradoras. Por causa da importância econômica do setor, o esforço para evitar um incidente desse gênero é enorme (e dá frutos: acidentes assim são raríssimos). É por isso que o profissional mais importante do porto é o prático – um especialista em manobrar navios de grande porte, fazê-los transpor canais estreitos e atracá-los em segurança. Em praticamente todos os lugares do mundo em que há navegação por águas restritas, um prático sobe nas embarcações recém-chegadas para assessorar o comandante.

[...]

O prático conhece o trecho de litoral em que trabalha na palma da mão. Navegar em águas confinadas é um desafio bem diferente do encarado pelos comandantes, que podem passar mais de um mês entre o céu e o mar, percorrendo linhas retas no mapa. Para estacionar um monstrão de centenas de metros, eles precisam conhecer as correntes marítimas, os ventos, os bancos de areia e as pedras que atrapalham a circulação na região pela qual são responsáveis. O canal de Suez comporta, atualmente, mais de 90 navios por dia – e todos levam um ou mais práticos a bordo para garantir a travessia.

[...]

Tamanho é documento

Algumas das medidas importantes na escala Richter da treta náutica são a largura do navio e o seu *calado*: a porção do casco que permanece submersa. Quanto maior é o trecho do navio que fica abaixo da linha da água, mais complicado é manobrá-lo. Afinal, portos podem ser locais rasos. O de Santos, por exemplo, embora seja um canal natural, conta com dois barcos chamados *dragas*, que tiram areia do leito constantemente para manter a profundidade razoável.

[...]

“Quando eu cheguei em Santos, há 15 anos, estavam chegando os navios de 280 metros”, lembra Carlos [Alberto de Souza Filho, prático que trabalha no porto de Santos (SP)]. “Depois vieram os de 295 m. Estamos em 340 m e, agora, 366 m [...]”.

[...]

É uma máquina invisível para quem mora longe de uma cidade portuária, mas responsável por até 90% dos itens que você tem dentro de casa. Às vezes, é claro, uma engrenagem falha. E só então descobrimos a importância silenciosa de marinheiros, timoneiros, comandantes e práticos em nossas vidas.

VAIANO, Bruno. Quem é o prático, o “manobrista” de navios que evita acidentes como o de Suez. **Superinteressante**, 26 mar 2021. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/sociedade/quem-e-o-pratico-o-manobrista-de-navios-que-evita-acidentes-como-o-de-suez/>>.

Acesso em: 12 maio 2021.



O encalhe do gigante *Ever Given*

O navio porta-contêineres *Ever Given*, de propriedade da empresa taiwanesa *Evergreen Marine*, foi construído entre dezembro de 2015 e maio de 2018. Com 400 metros de comprimento, ele faz parte da nova geração de navios de transporte chamados ULCS (*ultra-large container vessels*).

Em meados de março de 2021, carregando 20 mil contêineres, a enorme embarcação de 200 mil toneladas havia saído de Tanjung Pelepas, na Malásia, e cortava os mares a caminho de Roterdã, na Holanda. Na manhã do dia 23 de março, o navio entrou no Canal de Suez, quando ventos fortes provocaram uma tempestade de areia que reduziu muito a visibilidade. Registros meteorológicos detectaram que a velocidade do vento no instante do encalhe, às 7h40 do horário local, chegou a 40 nós (74 km/h), o que mudou rapidamente o curso da embarcação, que atingiu a margem direita, enterrando uma parte do navio chamada bulbo de proa no banco de areia.

Navio *Ever Given* sendo carregado no porto de Felixstowe, na Inglaterra, no dia 29 de fevereiro de 2020.



Sonar: instrumento que detecta a distância de um objeto por meio da emissão e da captação de ondas sonoras.

O bulbo de proa, que fica na parte frontal da embarcação, modifica a forma que a água flui ao redor do casco e é projetado para criar ondulações de comprimento de onda e amplitude que anulam as ondulações naturais. Isso é chamado de interferência destrutiva de ondas, o que atenua os impactos das ondas do mar no casco, aumentando a velocidade e a estabilidade das embarcações, além de reduzir o gasto de combustível. Porém, só convém que seja aplicado a embarcações grandes e rápidas. O bulbo também serve como uma espécie de “para-choques” e, no caso do navio *Ever Given*, cumpriu muito bem essa função. É uma peça muito resistente, fácil de substituir e que pode carregar o **sonar** do navio.



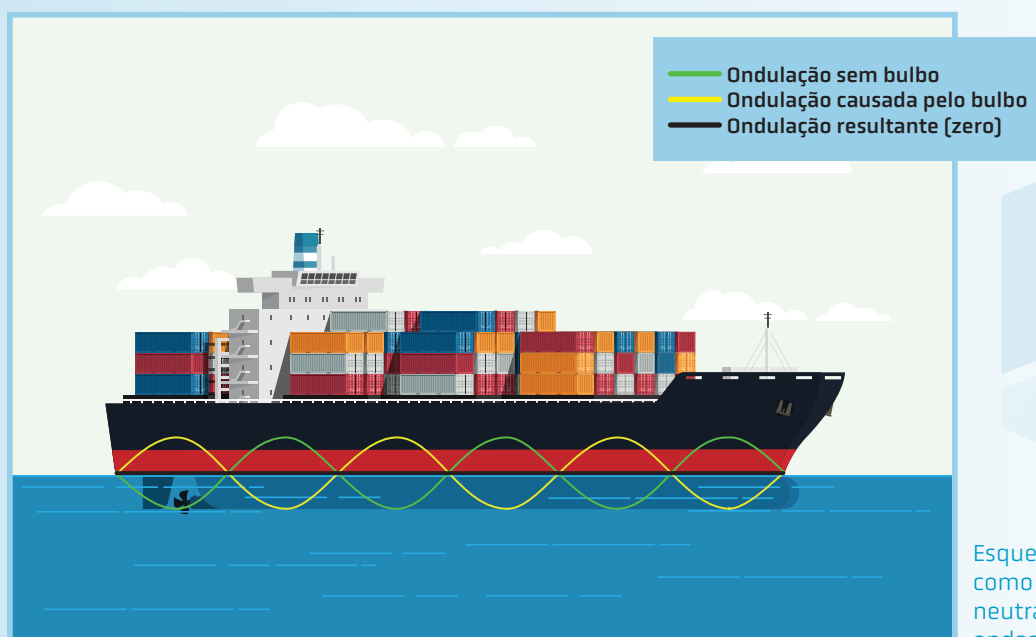
Localização do bulbo de proa.

bulbo de proa



O BULBO DE PROA

O bulbo de proa atenua as ondulações que se formam ao longo do casco do navio.



Esquema que mostra como o bulbo de proa neutraliza o efeito das ondas do mar.

A empresa *Leth Agencies*, prestadora de serviços do canal de Suez, previu que seria necessária a remoção de 15 a 20 mil m³ de areia, algo como seis piscinas olímpicas, para que a água da margem aumentasse de 11 para 16 metros de profundidade e o navio voltasse a flutuar.

Mas por que passar pelo canal de Suez?



<http://ftd.li/vccmcc>

A necessidade de ligar a Ásia e a Europa por meio do Egito é uma longa **história**, porém somente no século XIX a construção de um canal tornou-se uma questão de fato, visto que economizaria mais de 8 000 km na trajetória que os navios deveriam percorrer para contornar o continente africano durante a expansão dos impérios britânico e francês.



<http://ftd.li/9ua3y9>

O **istmo** de Suez foi escolhido estrategicamente para a construção do canal, pois era um terreno bastante regular. Em 1859 iniciaram-se as obras, com escavação e retirada de terra de 8 metros de profundidade e 200 metros de largura, ao longo de 164 km, passando por grandes lagos no caminho. Ao contrário do canal de Panamá, o canal de Suez não precisa de sistemas de **eclusas**, pois o Mar Vermelho e o Mar Mediterrâneo apresentam praticamente o mesmo nível. O Canal de Suez teve sua construção concluída em 1869 e foi uma obra que movimentou 1,5 milhão de trabalhadores, dos quais 120 mil pereceram nas condições hostis da obra, a maioria de cólera.

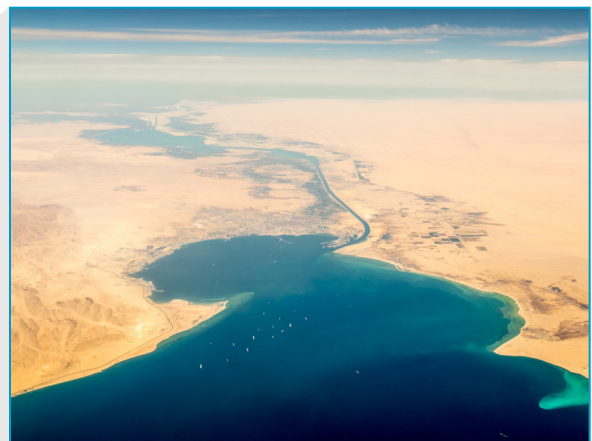
Em 2015, o canal passou por uma ampliação e duplicação em alguns trechos, sendo que a profundidade passou de oito para 24 metros e a largura passou de 200 para 365 metros, com custo de US\$ 7,9 bilhões. Essa ampliação fez que o canal aceitasse navios de maior **calado** e em mão dupla, diminuindo consideravelmente o tempo de travessia.

Istmo: estreita faixa de terra que liga duas grandes porções de terra.

Calado: distância vertical entre a superfície da água e o ponto mais profundo da parte imersa de um navio.

Atualmente, o tráfego de navios no canal de Suez movimenta em torno de 14% do comércio mundial, economiza 24 dias de viagem, otimizando as entregas de mercadorias. Qualquer produto que vá da China para a Europa, por exemplo, passa por lá. O pedágio cobrado para a passagem de uma embarcação grande gira em torno de US\$ 700 mil. Um dos fatores que contribuem para esse valor elevado é que os navios menores, da administradora do canal, redistribuem as cargas a fim de que as grandes embarcações não encalhem.

LOCALIZAÇÃO DO CANAL DE SUEZ



Vista do canal de Suez.

É por isso que o encalhe do *Ever Given* logo provocou uma enorme fila de espera, atingindo 450 embarcações no dia do desencalhe. Como era um problema de grandes proporções e sem previsão para a solução, algumas embarcações resolveram seguir a rota antiga e contornar o continente africano, estratégia que causa o aumento de consumo de 300 mil dólares de combustível e o atraso de até duas semanas nas entregas.

O desencilhe e a tal “ajudinha” da Lua

A atração gravitacional exercida pelo Sol e pela Lua tem uma influência enorme nas mudanças dos níveis dos mares.

A lei da gravitação universal de Newton mostra que dois objetos massivos sofrem atração mútua entre eles, que é proporcional ao valor das massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância.

Os oceanos e mares possuem uma massa enorme de água no estado líquido, e, como a constante de proporcionalidade dessa relação é muito pequena, essa massa enorme tem uma atração mais perceptível que as demais situações que vemos no dia a dia. Os líquidos não possuem uma forma definida, adaptando-se ao meio que os contém, como por exemplo a água de uma garrafa, quando colocada em um copo, deixa de ter a forma da garrafa e adquire a forma do copo, seu novo recipiente. Isso ocorre com a água dos mares, que é “puxada” de um lado para outro pela atração gravitacional do Sol e da Lua.

O Sol tem a massa 10 bilhões de vezes maior que a da Lua, mas a Lua está a uma distância 375 vezes mais próxima: enquanto 400 mil quilômetros separam a Terra e a Lua, a distância entre a Terra e o Sol é de 150 milhões de quilômetros. Portanto, ambos os astros têm efeito gravitacional significativo sobre a Terra, porém o efeito da Lua é um pouco mais intenso.

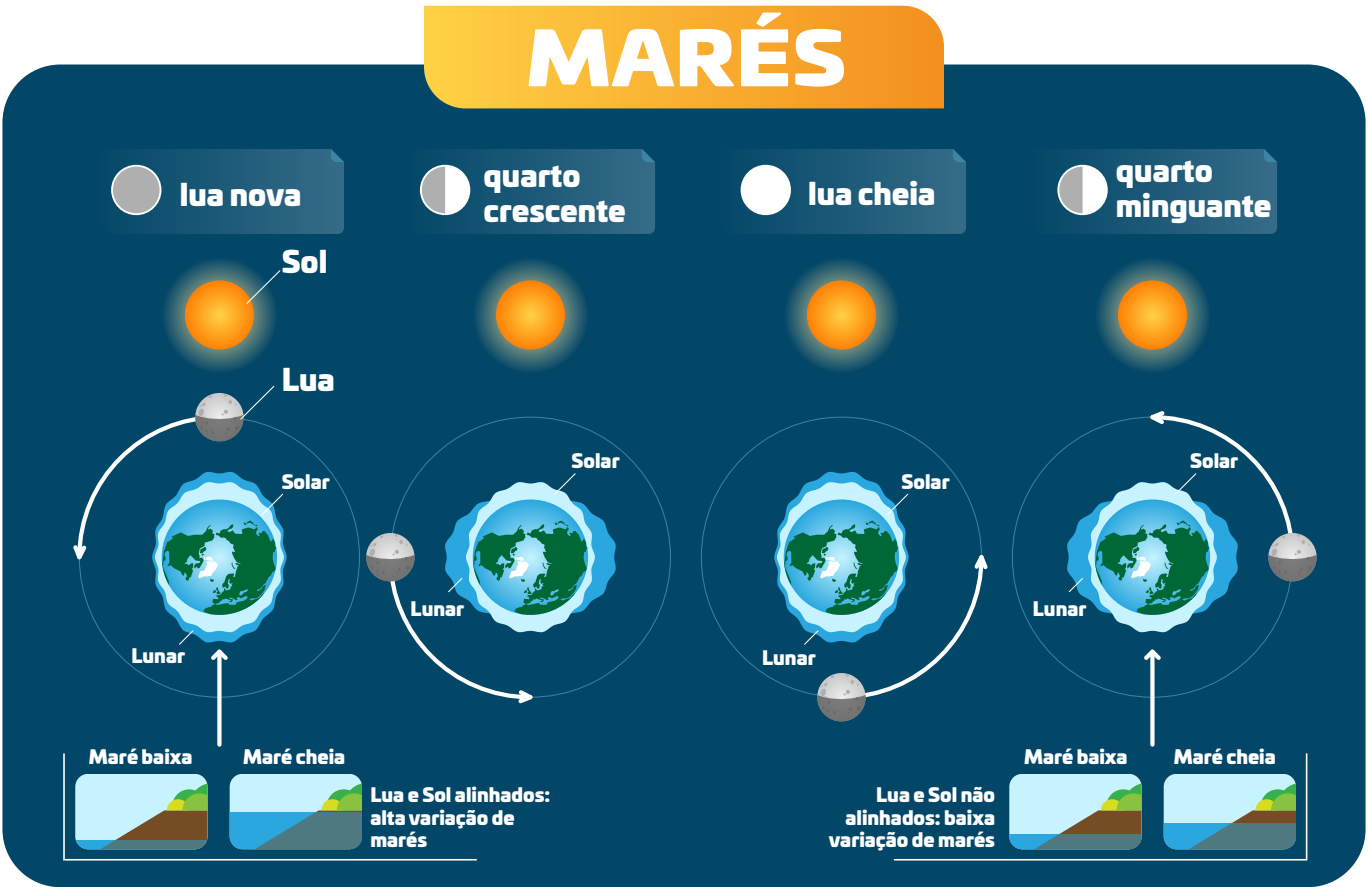
Quando o Sol e a Lua não estão alinhados (quarto crescente e quarto minguante), o efeito dos dois astros é quase compensado, e a variação do nível do mar não é tão grande. A maré é considerada alta na parte da Terra voltada para a Lua e naquela oposta a ela (por volta das 6h da manhã e das 6h da tarde), e é chamada baixa na região voltada para o Sol, ou oposta a ele (por volta do meio-dia e da meia-noite).

Quando a Lua e o Sol estão alinhados (lua nova e lua cheia), os efeitos dos dois astros se somam, intensificando as marés altas (que ficam ainda mais cheias) e as marés baixas (que ficam ainda mais rasas). Durante essas fases da Lua, duas regiões do planeta apresentam marés muito altas: a porção mais próxima do Sol e aquela oposta a ele (por volta do meio-dia e da meia-noite), enquanto as outras regiões apresentam marés muito baixas (por volta das 6h da manhã e das 6h da tarde). A variação do nível do mar entre esses períodos é bastante notável.

As variações precisas na altura das marés dependem do local e do dia. É possível verificar essas variações em uma tábua de marés, que também mostra, além do nível do mar, o horário em que as marés começam a baixar ou a subir. O link a seguir mostra tábuas de marés de diversas praias do mundo.



<http://ftd.li/ij9yh8>



Esquema que mostra o efeito do Sol e da Lua na formação das marés.



<http://ftd.li/2a2hne>

No dia 29 de março, o Sol e a Lua estavam em lados opostos da Terra, o que caracteriza a fase de lua cheia. Portanto, nesse dia, a porção mais próxima do Sol e a porção mais próxima da Lua apresentavam cheias de maré, o que aumentou a **flutuabilidade** do navio em certos períodos do dia (ao redor do meio-dia e da meia-noite no horário local). Ainda assim, o *Ever Given* só desencalhou após as 14h, quando o nível do mar já começava a descer. Às 15h05, o navio alcançou boa flutuação. Em seguida, foi rebocado para um lago próximo, onde permanece parado para que sejam investigadas as causas do acidente.

Mas, afinal, como navios tão grandes flutuam?

Para que um navio flutue é necessário que ele sempre esteja deslocando um grande volume de água, cuja massa é necessariamente igual à da embarcação. Ou seja: durante o traslado normal, o *Ever Given* estava deslocando um volume de água que, se fosse coletado e pesado, daria a massa de 200 mil toneladas, exatamente a massa do navio carregado.

Isso ocorre porque as forças de pressão internas ao fluido exercem uma pressão em torno dos materiais sólidos submersos e, de acordo com a Lei de Stevin, quanto mais profundo, maior é a pressão exercida pelo fluido. Isso acaba por gerar uma força resultante para cima, chamada empuxo. Essa força equilibra o peso e faz que barcos flutuem.

Portanto, para que um grande navio flutue, ele deve deslocar um grande volume de água, suficiente para compensar o enorme peso da embarcação. Mas como o navio desloca tanta água? O casco deve ser largo e profundo, de forma que a parte imersa do navio ocupe o mesmo volume de água que é necessário deslocar.

O calado do *Ever Given* media 15,7 metros no instante do acidente (esse valor muda conforme o peso que o navio carrega), o que dá uma ideia do volume de água que é deslocado para que esse enorme navio possa flutuar.

Link para o vídeo
“Empuxo” do canal
Ciência todo dia.

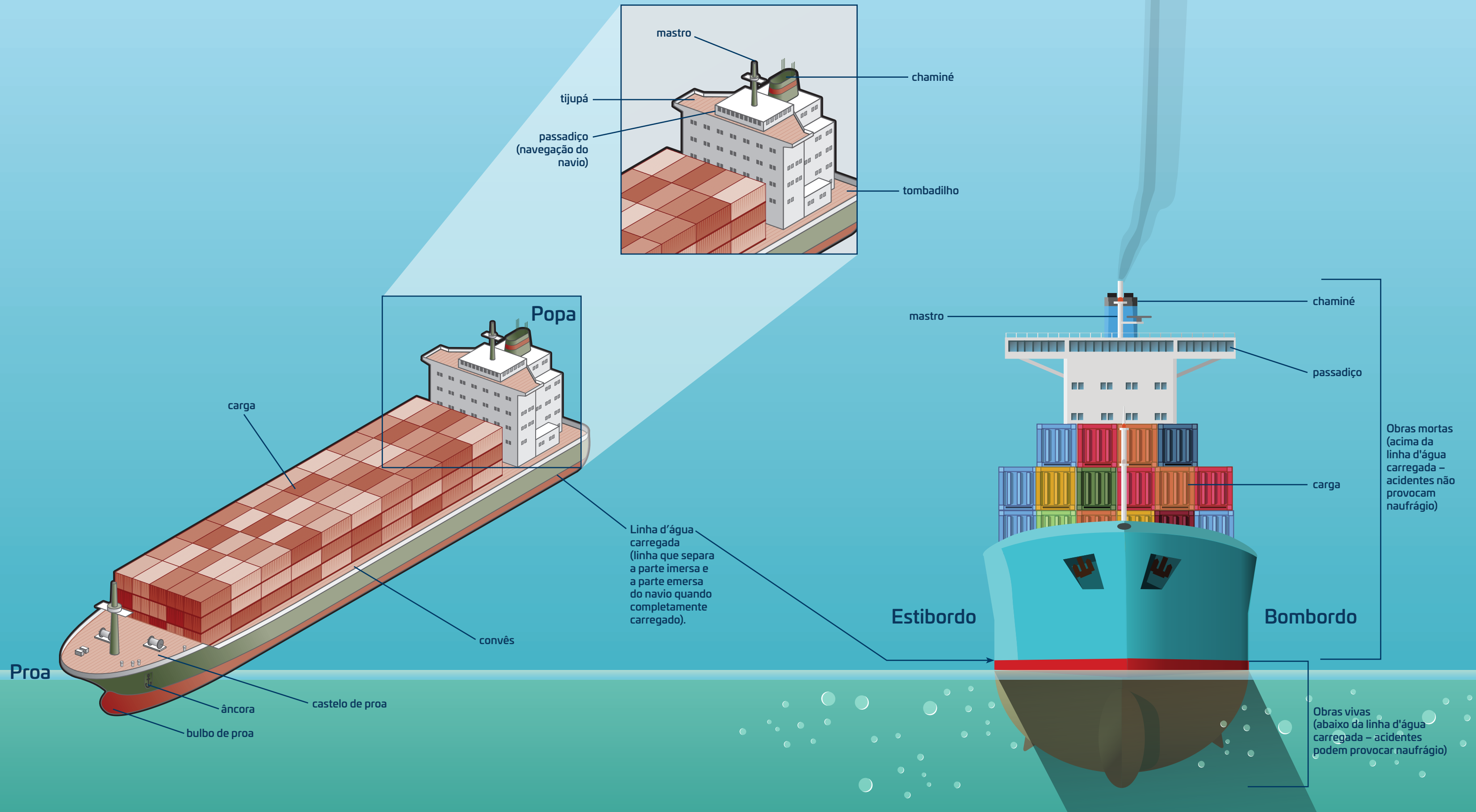


<http://ftd.li/y6rmcg>



Djalma Rodrigues Filho é físico formado pela Universidade de São Paulo (USP), com pós-graduação em Metodologia do Ensino de Física pela Uninter e mestrando em Tecnologias Educativas na Universidade do Minho, em Portugal. Foi professor na Universidade Cruzeiro do Sul, onde lecionou Fenômenos de Transporte (Mecânica dos Fluidos) para os cursos de Engenharia Civil, Elétrica e Mecânica, entre outras disciplinas.

Gigantes dos mares: os navios porta-contêineres



1 TEU
(Twenty Foot Equivalent Unit)
corresponde a 1 contêiner de tamanho padrão:
6.10 m (comprimento) × 2.44 m (largura) × 2.59 m (altura)



Os navios porta-contêineres podem ter diferentes tamanhos



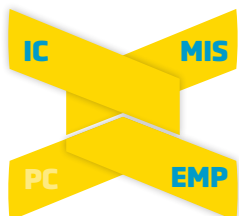
Navio de abastecimento:
transporta até 500 TEU



Panamax:
transporta cerca de 4500 TEU



ULCS:
transporta mais de 20 mil TEU



- > **Investigação científica**
- > **Mediação e intervenção sociocultural**
- > **Empreendedorismo**

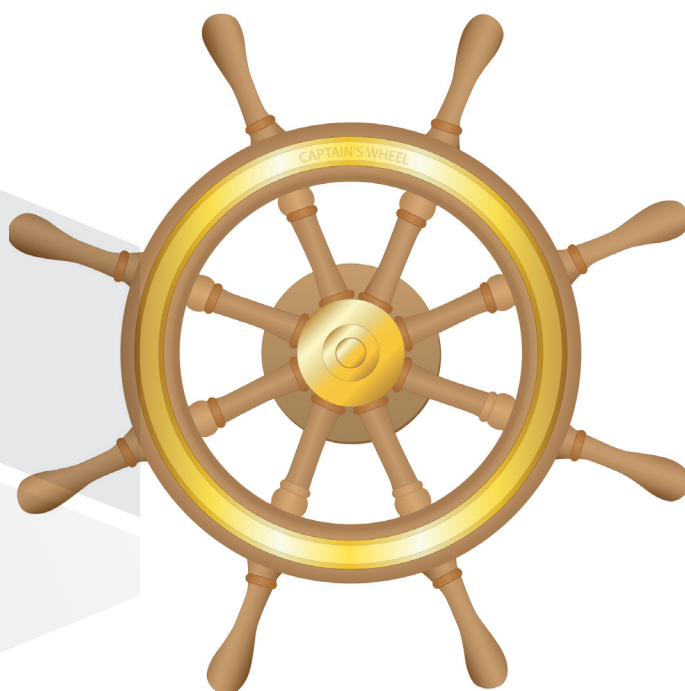
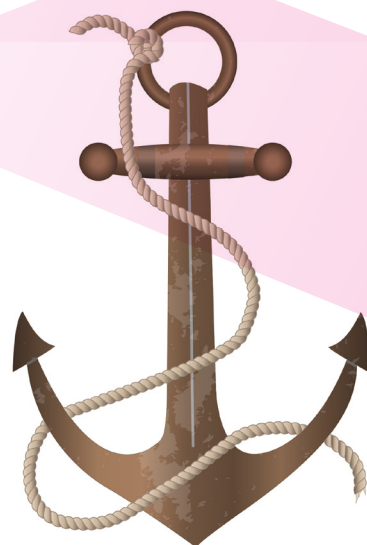
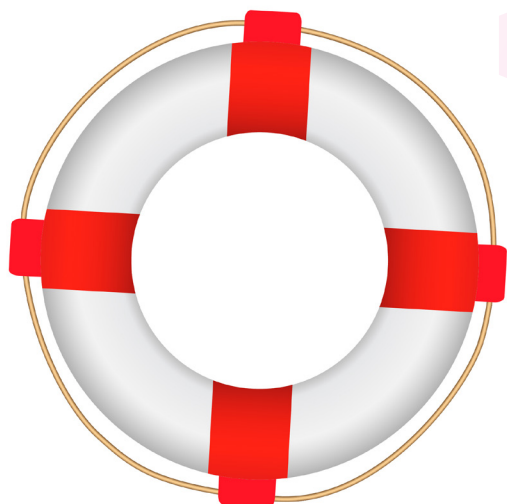
A atividade foi pensada para poder ser feita fora da sala de aula, se a escola estiver fechada por precaução quanto à covid-19. Podem ser usados dispositivos tecnológicos para as discussões em grupo, planilhas e editores de texto compartilhados, aplicativos de mensagens de texto, redes sociais, entre outros.

TRABALHANDO A DISTÂNCIA



1. Como vimos, se o navio dependesse somente da retirada de areia do leito do canal, o tempo de encalhe seria bem maior, assim como os enormes prejuízos. Descreva outras ações, do ponto de vista físico, que poderiam resultar no aumento da flutuabilidade do navio. Indique quais ações seriam e quais não seriam viáveis de se aplicar na prática.

2. O aumento do tamanho dos navios está relacionado à redução do consumo de combustível para a realização das entregas. Faça uma pesquisa sobre tecnologias que podem reduzir o gasto de combustível e, em seguida, desenhe o protótipo de um navio cargueiro que utiliza essas tecnologias.



Na BNCC:

- EMIFCG01
- EMIFCG02
- EMIFCG03
- EMIFCG07
- EMIFCG09
- EMIFCG10
- EMIFCG11
- EMIFCNT01
- EMIFCNT02
- EMIFCNT03
- EMIFCNT06
- EMIFCNT08
- EMIFCNT10
- EMIFCNT11
- EMIFCNT09

Conteúdos abordados:

- Mecânica dos Fluidos aplicada à flutuabilidade de embarcações.
- Marés e o sistema Sol-Terra-Lua.
- Conceitos e nomenclatura de Náutica e Engenharia Naval.



1. Pesquise sobre o teorema de Arquimedes, referente ao empuxo. Verifique as grandezas físicas envolvidas na força de empuxo e que podem aumentar a flutuabilidade de sólidos em água. Analise a aplicabilidade de ações que influenciem tais grandezas, pois algumas podem parecer boas em teoria, mas são pouco práticas ou até perigosas de se executar. Para a sua pesquisa, seja criterioso(a) e utilize somente livros ou sites de especialistas na área da Física.

2. Para inspirar algumas ideias para o protótipo, pesquise sobre os chamados “navios inteligentes”, e tecnologias relacionadas à geração de energia renovável e barata. Essa atividade envolve pesquisa, que deve ser feita em fontes confiáveis, e criatividade.

<http://ftd.li/fthiav>

Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Neste ciclo 2021, Articulação Itinerários (CNT) aborda temas relacionados à Ciência e ao Meio Ambiente, com ênfase no conhecimento científico a favor da humanidade, em que se pretende apresentar a ciência como estratégia para o desenvolvimento social, econômico e/ou sustentável, sempre com foco no bem-estar da sociedade e das gerações futuras.

**Diretor-geral**

Ricardo Tavares de Oliveira

Diretor adjunto de Sistema de Ensino

Cayube Galas

Gerente de conteúdo

Júlio Ibrahim

Gerente de produção e design

Letícia Mendes de Souza

Editora

Amanda Bonuccelli Voivodic

Editores assistentes

Alterson Luiz Cação

Luiza Grecco e Marques

Colaboradoras

Fernanda de Lima Bernardes

Vanessa Romero

Coordenador de eficiência e analytics

Marcelo Henrique Ferreira Fontes

Supervisora de preparação e revisão

Adriana Soares de Souza

Assistente editorial

Renata Slovac Savero

Preparação e revisão

Equipe FTD

Coordenadora de imagem e texto

Marcia Berne

Pesquisa de Iconografia

Equipe FTD

Coordenadora de criação

Daniela Máximo

Supervisor de produção e arte

Fabiano dos Santos Mariano

Projeto gráfico

Bruno Attili

Editora de arte

Adriana Maria Nery de Souza

Créditos das imagens:

p.1. Corona Borealis Studio/Shutterstock.com; p.2. Crystal Eye Studio/Shutterstock.com; p.3. Kit8.Net/Shutterstock.com
p.4. Martin Charles Hatch/Shutterstock.com; p.5. Nz Collection/Alamy/Fotoarena, Lerbank/Shutterstock.com;
p.6. Renato Bassani, Pabkov/Shutterstock.com; p.7. Vectormine/Shutterstock.com; p.8. Acervo Pessoal;
p.9. Thevectorminator/Shutterstock.com, Nucleartist/Shutterstock.com, Svetlana Avv/Shutterstock.com, Oliver Hoffmann/Shutterstock.com;
p.10. Nelson Marques/Shutterstock.com