

Lista de Exercícios - Dinâmica de Fluido Geofísico

- A ESTRUTURA GEOFÍSICA DOS OCEANOS

1. Discutir sobre a estrutura geofísica dos oceanos. Procure enriquecer sua discussão com exemplos.

- O NÚMERO DE ROSSBY

2. O número de Rossby pode ser interpretado como uma medida da importância da rotação da Terra no movimento que se deseja investigar. Esse número pode ser escrito como:

$$\epsilon = \frac{U}{|f_o|L} \quad (1)$$

onde f_o é o valor do parâmetro de Coriolis na região de interesse. Então,

(2a) Calcule o número de Rossby para o vórtice formado em sua pia (ou banheira), estimando uma escala de movimento L e considerando uma velocidade de 45 cm s^{-1} . A rotação da Terra é importante para esse movimento? Considere a latitude do Rio de Janeiro em seus cálculos.

(2b) Calcule o número de Rossby associado aos meandros, de cerca de 150 km, da Corrente do Brasil ao largo do Sudeste brasileiro, considerando uma velocidade típica de 55 cm s^{-1} .

3. Os "tsunamis", como aqueles que atingiram a Ásia no final de 2004 e o Japão em 2011, são um tipo especial de onda oceânica, geradas por distúrbios sísmicos. As ondas são gigantescas com alto poder destrutivo quando chegam na região costeira. A origem de tais ondas se deve aos terremotos, deslizamentos de terras ou erupções de vulcões submarinos.

Normalmente, os "tsunamis" possuem um comprimento de onda que varia de 130 a 160 km e se deslocam em velocidades maiores que 360 nós (650 km/h), podendo alcançar até 480 nós (890 km/h). Assim, essas ondas atravessam extensas distâncias oceânicas. Efeitos de "tsunamis" já puderam ser registrados até mesmo nos marégrafos da Base de Pesquisa "Dr. João de Paiva Carvalho", do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, em Cananéia - litoral Sul Paulista. Baseado nestas informações, responda se o movimento de rotação da Terra afeta a propagação dos "tsunamis", considerando a latitude central do fenômeno em 30°N . Justifique sua resposta quantitativamente.

- O NÚMERO DE FROUDE

4. Comentar sobre o significado físico do número de Froude. Exemplificar

- EQUAÇÃO DE CONSERVAÇÃO

5. Explicar e exemplificar o significado físico de uma equação de conservação em dinâmica de fluidos geofísicos

- CONSERVAÇÃO DE MASSA

6. A equação de conservação de massa ou de continuidade pode ser escrita como:

$$\frac{1}{\rho} \frac{D\rho}{Dt} = -\left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}\right) \quad (2)$$

(6a) Qual o significado físico dos dois termos que compõem esta Equação ?

(6b) Usando escalas oceânicas típicas de meso-escala vista em classe, mostre que o primeiro termo é desprezível se comparado ao segundo (lembre-se que $\delta\rho = 1kg.m^3$).

(6c) Esse resultado se alteraria para movimentos de pequena escala? Justifique.

(6d) Se a Equação dada for aproximada pelo segundo termo apenas qual é a consequência física nos oceanos?

- CONSERVAÇÃO DE MOMENTO LINEAR

7. A equação de movimento, denominada também de equação de Navier-Stokes, para os oceanos terrestres é dada por:

$$\frac{D\vec{V}}{Dt} = -\frac{1}{\rho}\vec{\nabla}p + A\nabla^2\vec{V} + \vec{g} + \vec{\Omega} \times (\vec{\Omega} \times \vec{r}) - (2\vec{\Omega} \times \vec{V}) \quad (3)$$

(7a) Identifique os termos da referida equação.

(7b) O que mudaria na equação de movimento (Navier-Stokes) para os oceanos terrestres, se, mantida a duração do dia, a Terra invertesse de sentido de rotação?

(7c) Como ficaria a mesma equação se a Terra estivesse parada e os astros girassem ao seu redor?

- **FORÇA DO GRADIENTE DE PRESSÃO BAROTRÓPICO e BAROCLÍNICO**

8. Explicar e ilustrar os conceitos de força de gradiente de pressão: barotrópico e baroclínico.

- **MOVIMENTO ESTACIONÁRIO SEM ATRITO: GEOSTRÓFICO**

(9a). Considerando a Equação geral do movimento, comentar sobre as aproximações realizadas para obter o balanço geostrófico.

(9.b) Baseado no movimento geostrófico, explicar o sentido de escoamento para sul da Corrente do Brasil.

(9.c) Analogamente, explicar o sentido de oeste para leste da Corrente Circumpolar Antártica.

- **MOVIMENTO ESTACIONÁRIO COM ATRITO: DINÂMICA DE EKMAN**

(10.a). Considerando a Equação geral do movimento, comentar sobre as aproximações realizadas para obter o balanço de forças incluindo o atrito.

(10.b) Considerando a região da costa Brasileira, ao largo de Cabo Frio (23° S) e supondo:

i) vento soprando de nordeste;

ii) vento soprando de sudeste;

iii) vento soprando de sul;

iv) vento soprando de leste e

v) vento soprando de oeste.

10.b1) Esboçar graficamente os referidos sistemas de ventos.

10.b2) Indicar para cada situação a direção do sentido da corrente de superfície e do transporte de Ekman.

10.c) Comentar e esboçar, em cada caso, se há ressurgência ou subsidência.

10.d) Considerar as mesmas suposições para o hemisfério norte.