

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO OCEANOGRÁFICO
IOF1202 - Oceanografia Física Descritiva

2^a Lista de Exercícios

Aluno: Danilo Rodrigues Vieira

1 Com os valores de temperatura e salinidade abaixo fornecidos, referentes à climatologia do mês de janeiro, a $30,5^\circ\text{W}$ $48,5^\circ\text{S}$ (Levitus & Boyer, 1994), plote o correspondente diagrama TS e faça um reconhecimento das massas d'água presentes na região, incluindo seus níveis de profundidade e as espessuras das camadas; determine as porcentagens de cada massa d'água que participa da formação dos núcleos de águas intermediárias.

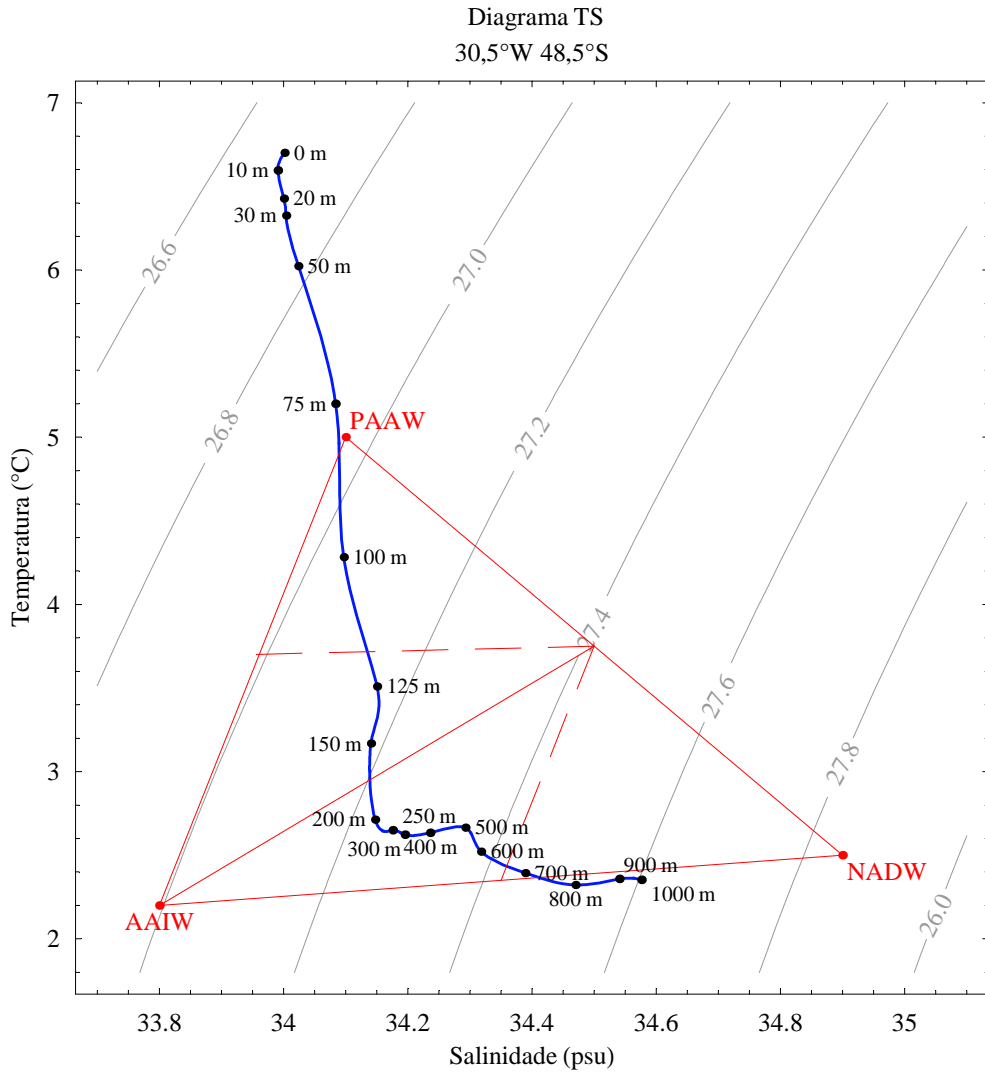


Figura 1: Exercício 1. Diagrama TS do ponto $30,5^\circ\text{W}$ $48,5^\circ\text{S}$. Valores em cinza correspondem aos valores de σ_t . Massas d'água presentes estão assinaladas em vermelho.

2 Numa região oceânica, ocorre a mistura de dois tipos d'água, o primeiro com 18°C e $35,22$ psu e o segundo com $19,4^{\circ}\text{C}$ e $35,64$ psu. Se a mistura processa-se com 30% do primeiro tipo, quais são os valores de temperatura e salinidade resultantes? No que baseiam-se esses cálculos?

$$P_1 = 0,3 \\ P_2 = 0,7$$

$$T_1 = 18^{\circ}\text{C} \\ T_2 = 19,4^{\circ}\text{C}$$

$$S_1 = 35,22 \\ S_2 = 35,64$$

$$\begin{aligned} & \begin{cases} P_1 T_1 + P_2 T_2 = T \\ P_1 S_1 + P_2 S_2 = S \end{cases} \Rightarrow \\ \Rightarrow & \begin{cases} 0,3 \times 18 + 0,7 \times 19,4 = T \\ 0,3 \times 35,22 + 0,7 \times 35,64 = S \end{cases} \Rightarrow \\ \Rightarrow & \begin{cases} T = 18,98^{\circ}\text{C} \\ S = 35,52 \end{cases} \end{aligned}$$

Os cálculos baseiam-se na propriedade conservativa do sal e da temperatura.

3 Quais são as utilidades e as limitações dos diagramas TS?

Utilidades:

- possibilita o estudo da estabilidade da coluna: se a curva intercepta cada isopícnais apenas uma vez, a coluna é estável;
- mostra as massas d'água presentes em uma região;
- possibilita estudar as misturas que ocorrem nos oceanos;
- é possível identificar a assinatura das massas;
- possibilidade de identificar erros amostrais, pois, se um ponto aparece muito fora da curva característica da região, pode-se supor que houve erro amostral.

Limitações:

- má indicação de profundidades, pois a escala de profundidade não é linear;
- falta de indicação da distribuição geográfica das massas d'água.

4 Defina “convergência” e “divergência” no oceano; faça esquemas representando todas as formas de sua ocorrência; faça também esquemas de sua associação numa coluna d'água.

Convergência: é o processo no qual há movimento de massas d'água de forma que essas se juntem. Esse processo pode ser causado por movimento de massas em sentidos opostos ou com mesmo sentido, porém intensidades diferentes.

Divergência: é o processo no qual há movimento de massas d'água de forma que os fluxos separem-se. Da mesma forma que a convergência, esse processo pode ser causado por movimento de massas em sentidos opostos ou com mesmo sentido, porém intensidades diferentes.

O esquema representando as formas de ocorrência dos fenômenos pode ser visto na Figura 2 (p. 4), enquanto que os esquemas de associação encontram-se na Figura 3 (p. 4).

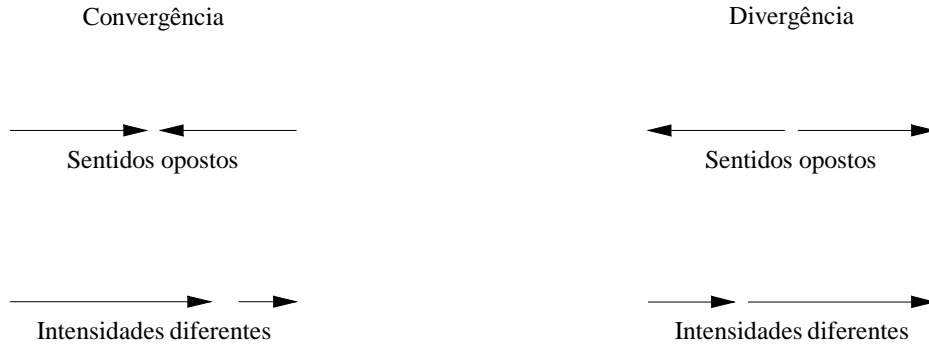


Figura 2: Exercício 4. Convergência e divergência de massas d'água.

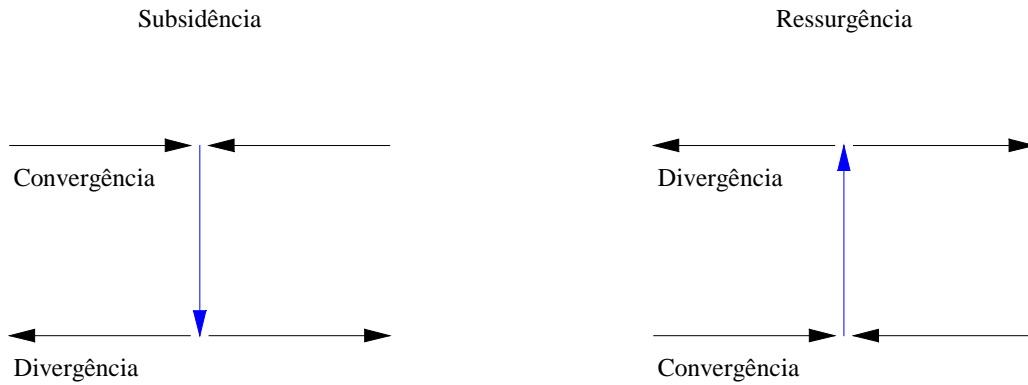


Figura 3: Exercício 4. Possíveis associações entre convergência e divergência.

5 *Descreva as características gerais da circulação de superfície em grande escala. Onde são, freqüentemente, formados turbilhões em meso-escala?*

A circulação de superfície, em regiões sub-tropicais, ocorre em sentido horário no hemisfério norte e anti-horário no hemisfério sul, formando os giros sub-tropicais. Nesses giros, as correntes são mais intensas e menos espalhadas a oeste do que a leste, onde são menos intensas e mais espalhadas. Os giros sub-tropicais são separados por uma corrente contra equatorial, que flui para leste.

Turbilhões em meso-escala são formados, freqüentemente, nos limites oeste dos oceanos, gerados pelos meandros das correntes de superfície existentes nesses limites.

6 Nos pontos A, B, C e D de uma região oceânica, foram observados os seguintes desníveis da superfície (em relação ao nível médio); +8 cm em A, -2 cm em B, +6 cm em C e -4 cm em D. Considerando que o ponto central da área P encontra-se em 30°W 45°S, A está ao norte de P, B a oeste, C a leste, D ao sul e que as distâncias AD e BC equivalem a 50 km, determine a correspondente corrente geostrófica no ponto central (calcule separadamente as componentes EW e NS da corrente).

Cálculo da componente devida ao gradiente entre A e D:

$$\begin{aligned} AGP_{AD} &= g \tan \theta = g \frac{\Delta h}{\Delta x} = \\ &= 9,8 \frac{0,12}{50\,000} = 2,3536 \times 10^{-5} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} AC_{AD} &= 2 \Omega V \sin \varphi = \\ &= 2 \frac{2\pi}{24 \times 3600} \sin(45^\circ) V_{AD} \end{aligned}$$

Igualando-se AGP_{AD} com AC_{AD} , obtemos V_{AD} :

$$\begin{aligned} AGP_{AD} &= AC_{AD} \Rightarrow \\ 2,3536 \times 10^{-5} &= 2 \frac{2\pi}{24 \times 3600} \sin(45^\circ) V_{AD} \Rightarrow \\ V_{AD} &= 0,22885 \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{aligned}$$

Cálculo da componente devida ao gradiente entre B e C:

$$\begin{aligned} AGP_{BC} &= g \tan \theta = g \frac{\Delta h}{\Delta x} = \\ &= 9,8 \frac{0,08}{50\,000} = 1,56906 \times 10^{-5} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} AC_{BC} &= 2 \Omega V \sin \varphi = \\ &= 2 \frac{2\pi}{24 \times 3600} \sin(45^\circ) V_{BC} \end{aligned}$$

Igualando-se AGP_{BC} com AC_{BC} , obtemos V_{BC} :

$$\begin{aligned} AGP_{BC} &= AC_{BC} \Rightarrow \\ 1,56906 \times 10^{-5} &= 2 \frac{2\pi}{24 \times 3600} \sin(45^\circ) V_{BC} \Rightarrow \\ V_{BC} &= 0,152566 \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{aligned}$$

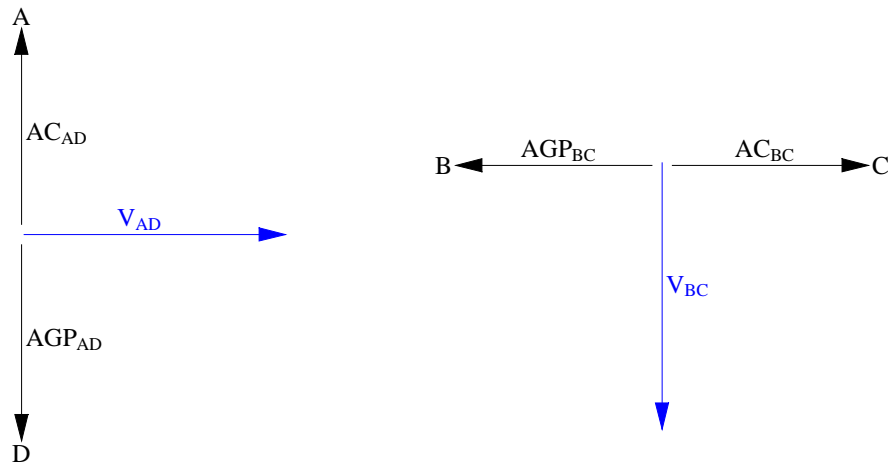


Figura 4: Exercício 6. Representação das componentes do movimento.

Observa-se, pela Figura 4, que a componente NS é V_{BC} , enquanto que a componente EW é V_{AD}

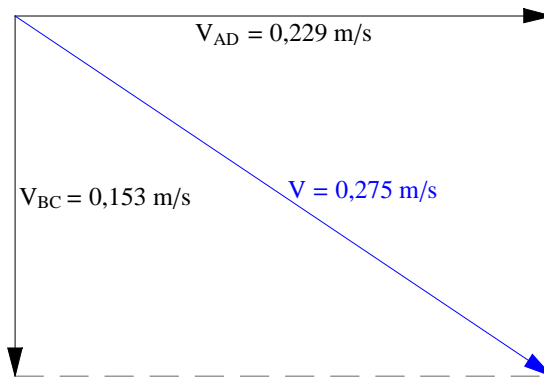


Figura 5: Exercício 6. Vetor resultante.

7 Calcule o coeficiente de difusividade térmica numa coluna d'água onde foi medido um perfil de temperatura com 18°C na superfície, $17,5^\circ\text{C}$ a 5 m e $16,5^\circ\text{C}$ a 10 m , considerando que esses valores estão variando à taxa de $+0,2^\circ\text{C}/\text{h}$.

$$\begin{aligned}\frac{dT}{dt} &= \frac{\Delta T}{\Delta t} = & \frac{d^2T}{dt^2} &= \frac{T_3 - 2 \times T_2 + T_1}{(\Delta z)^2} = \\ &= \frac{0,2 \text{ }^\circ\text{C}}{3600 \text{ s}} & &= \frac{16,5 - 2 \times 17,5 + 18 \text{ }^\circ\text{C}}{5^2} \frac{\text{ }^\circ\text{C}}{\text{m}^2}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}k &= \frac{dT}{dt} \frac{dz^2}{d^2T} = \\ &= \frac{0,2 \text{ }^\circ\text{C}}{3600 \text{ s}} \frac{5^2}{16,5 - 2 \times 17,5 + 18 \text{ }^\circ\text{C}} \frac{\text{m}^2}{\text{ }^\circ\text{C}} = \\ &= -2,78 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}\end{aligned}$$

8 Mostre configurações de densidade e correntes no oceano onde tem-se Números de Richardson pequenos e, conseqüentemente, há instabilidade e geração de turbulência.

Quando o número de Richardson (Ri) é menor que $\frac{1}{4}$, há geração de turbulência. Para que o número seja pequeno, há duas possibilidades: que a diferença de densidade entre as camadas seja pequena (assim, $\frac{\partial \rho}{\partial z}$ será pequeno, o que resultará num menor Ri) ou que a diferença de velocidades entre as correntes seja grande (assim, $\frac{\partial u}{\partial z}$ será grande e também resultará num menor Ri).

$$Ri = \frac{g}{\rho} \frac{\frac{\partial \rho}{\partial z}}{\left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2}$$

9 Como dá-se o balanço de radiação, para a Terra como um todo e para seus cinturões de latitude? Quais são as conseqüências?

Para a Terra como um todo, a radiação que chega vinda do Sol é aproximadamente igual à radiação emitida pela Terra logo, as duas estão balanceadas.

Em um cinturão de latitude, não há, necessariamente, esse balanço: nas regiões equatoriais tem-se um excesso de radiação absorvida em relação à radiação emitida de volta ao espaço; enquanto que nas regiões polares, há o inverso: a quantidade de radiação absorvida é menor que a quantidade de energia refletida de volta.

A principal conseqüência disso é o transporte de calor pelo vento, vapor d'água e pelas correntes oceânicas para que haja o balanço global de calor; isso influencia fortemente no clima da Terra.

10 A $30^\circ S 45^\circ W$, um vento de 60 km/h sopra de sudoeste. Calcule a corrente de deriva na superfície e a 50 m (intensidade e direção). Qual é a direção do transporte de massa na correspondente camada de Ekman?

$$W = 60 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{50}{3} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$C_D = 2,6 \times 10^{-3}$$

$$\varphi = 30^\circ$$

$$\rho_{ar} = 1,250 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\rho_{agua} = 1025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$A_Z = 0,43 \times W^2 = 119,444$$

$$f = 2 \Omega \sin \varphi = \frac{\pi}{43\,200}$$

Sabendo-se que as duas componentes, W_x e W_y , do vento são iguais:

$$W = \sqrt{W_x^2 + W_y^2} \Rightarrow W_x = W_y = \frac{25\sqrt{2}}{3}$$

$$\tau_x = \tau_y = C_D \rho_{ar} W W^2 = 0,63836$$

$$\tau = \sqrt{\tau_x^2 + \tau_y^2} = 0,902778$$

A a corrente de deriva na superfície (V_0) será:

$$V_0 = \frac{\tau}{\sqrt{\rho_{agua} f A_Z}} = 0,303 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Agora calculando-se para 50 m . .

$$z = 50 \text{m}$$

$$D = \pi \sqrt{\frac{2 A_Z}{\rho f}} = 177,85$$

A corrente a 50 metros , $V(50)$, será:

$$V(z) = V_0 e^{-\pi \frac{z}{D}} \Rightarrow V(50) = 0,125 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

O transporte de massa na camada de ekman ocorre perpendicularmente e à esquerda da direção para do vento.