

## Informações:

- Duração de 2 horas.
- Pode comer e beber durante a prova.
- Pode fazer a prova à lápis.
- Pode usar calculadora (sem texto).

A tentativa de violação de qualquer uma das regras abaixo anulará o exame.

- Não consulte material ou colegas.
- Vá ao banheiro antes ou depois do exame.
- Rascunho apenas no verso da prova.
- Desligue e guarde o telefone.

1. Dê uma vantagem e uma desvantagem da órbita geoestacionária. 5

**Resposta:**

Permite alta resolução temporal. Órbita alta (distante da superfície) reduz a resolução espacial.

2. Explique o que é uma equação (ou algoritmo) de calibração. 5

**Resposta:**

É a fórmula que converte do que o satélite mede (e.g.: radiância, potência, tempo de retorno) para a variável de interesse (e.g.: clorofila, vento, altura)

3. O escaterômetro não funciona bem quando o vento há surfactantes (e.g. óleo) na superfície do mar. Explique porquê utilizando o conceito de tensão superficial. 5

**Resposta:**

O pulso de radar emitido é espalhado por ondas capilar-gravidade, cuja dinâmica depende da tensão superficial. Óleo faz cair a tensão e com ela a amplitude das ondas.

4. Suponha que as medidas de salinidade tem uma escala que vai de 32,00 a 41,25 unidades (PSU). Qual seria a resolução radiométrica se o satélite armazenasse estes dados usando 9 bits ( $2^9 = 512$ )? 10

**Resposta:**

O intervalo de salinidades é de  $41.25 - 32 = 9.25$ . Isso deve ser representado por 512 valores, portanto a mínima diferença entre eles é  $9.25/512 = 0.018066 \approx 0.018$

5. Considere a seguinte fórmula para a temperatura da superfície do mar  $T_{sm}$ : 5

$$T_{sm} = .9233 T_4 + .0755 T_f(T_4 - T_5) + .8015 (T_4 - T_5)(\sec(\zeta) - 1) - 250.6939.$$

Nela  $T_4$  e  $T_5$  são as temperaturas de corpo negro nos canais 4 e 5 do AVHRR/NOAA16 e  $T_f$  é a temperatura de referência. Como chegaram ao valor numérico desses coeficientes?

**Resposta:**

É um processo empírico, onde os valores são ajustados com base em milhares de medidas co-localizadas com instrumentos *in-situ*.

6. MODIS é um sensor multi-bandas que coleta dados de radiância em diversas bandas do visível. A partir desses dados foram elaborados algoritmos diferentes para a obtenção da concentração de clorofila de águas do caso 1 e do caso 2. Porque precisamos de vários algoritmos se queremos medir uma só grandeza, a concentração de clorofila?

7

**Resposta:**

Porque as substâncias coloridas que estão dissolvidas nos dois casos são muito diferentes. No caso 1 são águas oceânicas, onde predomina a clorofila; no caso 2 são águas costeiras que além de uma concentração muito maior de clorofila contém sedimentos, *gelbstoff*, CDOM etc. em diversas proporções, dependendo da região. O sinal destes componentes é minimizado através de algoritmos que usam dados de brilho de vários canais para removê-los.

7. Considere as fórmulas a seguir onde  $f$  é o parâmetro de Coriolis ( $f = 2\Omega \sin(\theta)$ ) e  $\eta$  é a anomalia da altura da superfície do mar. Assinale as afirmações corretas, justifique as erradas:

$$fu = -g \frac{\partial \eta}{\partial y}$$

$$fv = g \frac{\partial \eta}{\partial x}$$

18

- O parâmetro de Coriolis tem unidade de frequência e varia com a latitude.**

**Resposta:**

OK.

- $\eta$  é medida pelo escaterômetro.

**Resposta:**

Errado. É medida pelo altímetro.

- Os termos da direita representam o gradiente de pressão.**

**Resposta:**OK, via hidrostática pois  $p = \rho_0 g \eta$ .

- $v$  e  $u$  são as velocidades médias na camada de Ekman.

**Resposta:**

Errado, São velocidades geostróficas médias na coluna d'água. Deixe o Ekman em paz.

- Usando-se a dinâmica de Ekman podemos inferir a velocidade vertical a partir dessas equações.

**Resposta:**

Errado. Essas são velocidades geostróficas e são independentes das velocidades de Ekman.

- As velocidades horizontais podem ser obtidas a partir de dados de sensor altimétrico em locais sem nuvens pois este utiliza a banda de infravermelho.

**Resposta:**

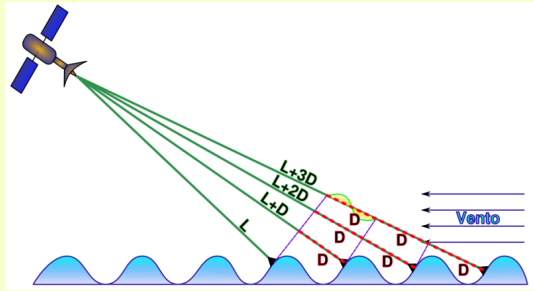
Errado. Altímetro é um radar de microondas.

8. Explique o princípio físico de funcionamento do escaterômetro. Mencione, entre outras coisas, as escalas espaciais e temporais das ondas eletromagnéticas e das ondas na superfície do mar. Faça um desenho pois ajudará na explicação.

20

**Resposta:**

Escaterômetros funcionam com base no espalhamento ressonante ou Bragg. Espalhamento Bragg depende do ângulo de incidência ( $20^\circ$  a  $50^\circ$ ) e da semelhança entre o comprimento da onda de radar e o comprimento das ondas capilar-gravidade projetado sobre o feixe de radar. Se os comprimentos forem iguais haverá interferência construtiva do sinal retroespalhado pelas ondas de superfície na direção do emissor/receptor (escaterômetro) e a potência recebida será maximizada.



A onda eletromagnética tem uma frequência de 13GHz e portanto um comprimento de onda da ordem de 2.3cm, que deve se assemelhar ao das ondas capilar-gravidade. Ondas capilares são forçadas pelo vento e sua amplitude depende diretamente do vento instantâneo local pois são extremamente dispersivas. O período é da ordem de 0,1s a 1s e o tempo de dispersão, cessado o vento, é da ordem de 1s.

9. Suponha que a PetrOZ<sup>1</sup> quer te contratar como consultor especialista em sensoriamento remoto para estudos oceanográficos ligados à prospecção em mar profundo. Os principais pontos da proposta inicial que eles te enviaram estão resumidos a seguir.

25

A perfuração ocorrerá sobre o paralelo  $15^\circ\text{S}$ , a 550 km da costa Bahiana, num local onde a profundidade é 4015 m. A PetrOZ propõe que você entregue mapas quinzenais do vetor velocidade total próxima à superfície do mar, independente das condições meteorológicas. A série temporal deve começar em 1/1/1993 e ir até hoje. Os mapas devem ter um tamanho de  $2000 \times 2000$  km, resolução espacial de 8 km, similar aos dados de clorofila que eles já tem. Descreva abaixo os pontos principais da sua contra-proposta

Espero uma justificativa que (1) indique quais os sensores ou satélites utilizados, (2) leve em conta tanto as limitações como os pontos fortes do sensor proposto e (3) discuta a resolução espacial e temporal dos dados a serem entregues.

**Resposta:**

- Os satélites são os que tem radar altimétrico: Jason 1/2/3, TOPEX/Poseidon. ERS 1/2, Envisat, Saral/Altika.
- O mapa interceptará a costa, portanto é preciso ressaltar que áreas mais rasas que 1000m não serão amostradas corretamente devido à correção de maré. Esta correção se baseia num modelo de maré livre que funciona bem apenas no oceano profundo.
- A restrição a dias nublados é desnecessária pois altímetros funcionam na banda de microondas, para a qual as nuvens são essencialmente transparentes.
- Mapas quinzenais são factíveis, pois o ciclo de repetição exata dos satélites é de 10 e 35 dias.

<sup>1</sup>Companhia de petróleo imaginária de Osasco.

- O altímetro mede apenas a velocidade geostrófica. Para obter a velocidade total é preciso adicionar a componente forçada pelo vento, que pode ser obtida de escaterômetros (ERS1/2, NSCAT, QUIKScat, AScat). Há épocas em que não haverão dados de escaterômetros disponíveis, usaremos dados de modelo de previsão do tempo. A velocidade geostrófica deve ser entendida como uma média que é geralmente dominada por processos que ocorrem na camada superior.
- A resolução ao longo da passagem dos altímetros é de 7 km, porém a separação entre passagens dos satélites atinge 85 (Envisat) a 315km (Jason). Proponho interpolar os dados num grade de  $25 \times 25$  km pois é um valor intermediário.



Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
Pontos	5	5	5	10	5	7	18	20	25	100
Nota										