

IESO 2017 – PROVA ESCRITA 2
INSTRUÇÕES PARA A PROVA ESCRITA

DURAÇÃO DA PROVA ESCRITA 2: 2 HORAS

POR FAVOR, RESPONDA NA FOLHA DE RESPOSTA
(Versão Inglês)

RESPOSTA E COTAÇÃO DAS QUESTÕES:

Nas questões onde existe só uma resposta correta possível:

- Resposta escolhida certa: + 1 ponto
- Resposta errada ou várias respostas escolhidas: 0 pontos

Nas questões onde existem várias respostas corretas possíveis:

- Para cada resposta correta: + 1 ponto
- Para cada resposta errada: - 0,5 pontos

**Questões não respondidas não podem ser contabilizada (zero).
Se o número de pontos negativos exceder os pontos positivos,
a questão será cotada com zero (ex.: +1 + (-1,5) = 0 pontos).**

IESO 2017 – PROVA ESCRITA 2

SECÇÃO 1: ENTENDA AS INTERAÇÕES ENTRE A HIDROSFERA E A ATMOSFERA: UM DESAFIO DESPORTIVO!

O “Globo de Vendée” é uma competição de iate sem assistência, que parte de Vendée na França e cujo objetivo é circunavegar o mundo o mais rápido possível. Quer o princípio, quer o fim da prova são em Sables d’Olonnes (visível na figura 1A e marcado como A na figura 1B). A competição começou em 6 de novembro, 2016. Armel Le Cleac’h foi o vencedor com o novo recorde de 74 dias de navegação sem paragens. A dificuldade, especialmente numa viagem como solitário, é encontrar a rota onde o vento está sempre favorável, isto é, vindo da parte de trás do barco.

Figura 1: (A) mapa mostrando a rota do “Globo de Vendée”. (B) mapa barométrico do Oceano Atlântico Norte e pontos anotados (ver a questão).

Questão 1: A navegação à vela faz o melhor uso dos ventos dominantes. De acordo com seu conhecimento sobre a direção dos ventos produzidos por diferentes massas de ar, indique qual é a rota mais rápida que os competidores deveriam tomar para alcançar as ilhas de Cabo Verde (E). As condições barométricas mostradas no mapa acima permanecem as mesmas por uma semana: (Apenas uma resposta correta).

- 1 – Trajetória AKGE
- 2 – Trajetória AKBE
- 3 – Trajetória AKDE
- 4 – Trajetória AMPCHE

Questão 2: Veja a Figura 1. Ao mesmo tempo um navegador decide pegar a rota Rabat (R) – Nova York (Y). Qual o itinerário mais rápido? (Apenas uma resposta correta)

- 1 – RGDHY
- 2 – RBDCY
- 3 – RGDPY
- 4 – RKDHY

A figura abaixo mostra as posições dos competidores depois de 10 dias de competição. Um grupo de iates (no interior do círculo) parece ter ficado para trás e agora está viajando em uma velocidade lenta de 2,5 nós. (Informação: 1 nó (kn) é equivalente a um pouco menos de 2 km/h).

Figura 2: Zona de competição no Oceano Atlântico. (A) o intervalo de contorno do quadro barométrico é 3 hPa. (B) mapa da temperatura da água em °C. (C) quadro da salinidade da água em g/l.

Questão 3: Qual das opções abaixo melhor explica a situação dos navegadores forçados a viajar a uma velocidade mais lenta? (Apenas uma resposta correta).

- 1 – A alta temperatura da água previne a formação do vento.
- 2 – Os navegadores atravessam a zona onde há ventos contrários.
- 3 – A água é muito salgada e sua viscosidade retarda os navegadores.
- 4 – Os navegadores ficam aprisionados numa zona com ventos muito fracos.

Questão 4: Veja a figura 2C. A zona intertropical possui salinidade diferente da média (zonas verdes). Escolha a causa mais evidente. (Apenas uma resposta correta).

- 1 - A água dos grandes rios diminui a salinidade da água do oceano.
- 2 – Nas zonas onde existem anticiclones tropicais, a temperatura do ar é mais baixa, e portanto a evaporação é mais fraca.
- 3 – A chuva é mais importante na zona de convergência intertropical e diminui a salinidade.
- 4 – Os ventos fortes que são característicos nas zonas de convergência intertropical produzem ressurgência (upwelling), o que reduz o transporte de água salina para a superfície.

Evitar áreas protegidas do vento era uma preocupação de todos os participantes. Kito de Pavant, o capitão do nosso exemplo para a IESO 2017, permaneceu preso por muitos dias na área descrita nas figuras abaixo.

Figura 3: Mapa da posição do competidor Kito de Pavant (seta azul) e outros navegadores a 2 de dezembro de 2016. (A) Mapa de posição que indica, entre outras coisas, a mudança da sua velocidade (nó) nas últimas 24 horas. As distâncias são indicadas em milhas náuticas (nm), 1 nm= 1,85 km. (B) Mapa barométrico da área de competição em 12 de dezembro de 2016. O intervalo de contorno é 3 hPa.

Questão 5: Descreva o problema que Kito de Pavant encontrou nesta área da competição. (Apenas uma resposta correta).

- 1 – O seu iate estava localizado no centro de uma depressão caracterizada pela falta do vento.
- 2 – O seu iate estava no centro de um anticiclone caracterizado pela falta do vento.
- 3 – O seu iate estava no centro de uma depressão caracterizada por um canal superficial (duto), localizado na superfície oceânica que dificulta o movimento do barco.

Questão 6: Os ventos que circulam em torno do anticiclone, localizados no Hemisfério Sul... (Várias respostas corretas)

- 1 – circulam em sentido horário.
- 2 – circulam em sentido anti-horário.
- 3 – são mais fortes quando eles se aproximam do centro do anticiclone.
- 4 – são mais fracos quando eles se aproximam do centro do anticiclone.

Enquanto atravessava a passagem de Drake no sul de Cabo Horn (na ponta sul da América do Sul) a 26 de dezembro de 2016, o serviço oceanográfico registrou a temperatura e salinidade da água como uma função de profundidade, ao longo de um

corte transversal entre a ponta sul da América do Sul e a ponta mais ao norte da Península Antártica.

Figura 4: Perfis ilustrando a mudança na temperatura (A) e na salinidade (B) da água do oceano ao longo da passagem de Drake (localização global visível na imagem dentro do círculo, que mostra o planeta visto a partir do Pólo Sul).

Questão 7: Veja a figura 4. Pode-se afirmar que numa longitude 62,5° W... (Apenas uma resposta correta):

- 1 – ... ambos os gradientes de salinidade e temperatura são normais ao longo de toda a profundidade.
- 2 – ... apenas o gradiente de temperatura é anormal em pelo menos uma área.
- 3 – ... apenas o gradiente de salinidade é anormal em pelo menos uma área.
- 4 – ... ambos os gradientes são anormais.

Figura 5: Perfis de temperatura em datas diferentes durante o período de agosto de 2016 a janeiro de 2017 ao longo dos cortes transversais ilustrados na figura 4.

Questão 8: Veja as figuras 4 e 5. Quais das afirmações abaixo estão corretas? (Várias respostas corretas).

- 1 – Durante do mês de Agosto, a temperatura da água a 3000m de profundidade, era mais fria do que a temperatura à superfície.
- 2 – Um bloco de gelo (gelo flutuante) foi localizado ao largo da costa antártica e alcançou uma longitude de 64,5°W, ao longo do corte transversal, durante o mês de agosto de 2016.
- 3 – Durante janeiro de 2017, o bloco de gelo (gelo flutuante) era mais denso e conseqüentemente afundou.
- 4 – As camadas inferiores da hidrosfera são compostas de uma água mais salina e mais fria porque é mais densa.

Passando pela costa da Namíbia, os velejadores encontraram muitos barcos de pesca em direção à costa africana. Existem efetivamente muitos cardumes de peixes nessa região.

Figura 6: (A) velocidade do vento. (B) temperatura média anual da água. (C) concentração de clorofila a . Dados para a região da plataforma continental da Namíbia.

Questão 9: Veja a figura 6. Escolha todas as afirmações corretas abaixo: (Várias respostas corretas).

- 1 – A água do oceano mais próxima à costa da Namíbia é mais quente do que a que se encontra mais distante da costa.
- 2 – Essa anomalia de temperatura ao longo da costa da Namíbia é devida à subida das águas profundas.
- 3 – A razão para a subida dessas águas é a diferença de temperatura entre águas profundas e águas superficiais.
- 4 – A força responsável para a subida dessas águas é a força do vento na superfície.

- 5 – A água quente induz uma alta produtividade primária, enriquecendo a cadeia alimentar (cadeia trófica) e levando a uma abundância de peixes.
- 6 – A produtividade primária alta está ligada a um aumento na concentração de nutrientes, que sustenta uma cadeia alimentar rica (cadeia trófica).

Questão 10: A plataforma continental da Namíbia e de Angola é conhecida pela sua abundância de combustíveis fósseis (petróleo e gás). A geografia e as condições climáticas e meteorológicas permaneceram aproximadamente as mesmas por centenas de milhares de anos. A costa sudoeste de África permaneceu um deserto. Escolha quais das seguintes afirmações estão corretas: (Várias respostas corretas).

- 1 – A abundância de plâncton e a riqueza da cadeia alimentar são elementos necessários para a formação de hidrocarbonetos.
- 2 – O petróleo é formado no fundo do oceano Atlântico e sobe devido à ressurgência (*upwelling*) da água.
- 3 – A matéria orgânica do continente (animais mortos e matéria vegetal) é sedimentada na plataforma continental, sendo a fonte principal de hidrocarbonetos.
- 4 – A matéria orgânica planctônica que é sedimentada na plataforma continental deve estar em condições anóxicas para ser transformada em hidrocarbonetos.

O navegador Kito de Pavant lançou ao mar uma boia sinalizadora por GPS, com o nome “IESO2017”, enquanto atravessava o equador, em 17 de novembro de 2016. Esta boia foi levada pelas correntes marinhas e transmitiu a sua posição latitudinal e longitudinal a cada hora.

Figura 7: mapa do oceano Atlântico Equatorial. A linha preta traça o movimento da boia sinalizadora IESO2017 no período de 17 de novembro a 1 de dezembro de 2016. A boia foi lançada por Kito de Pavant, enquanto atravessava o Equador. As cores indicam a força das correntes e as setas especificam a sua direção. A corrente que aparece neste mapa é chamada “corrente equatorial”.

Questão 11: Veja a figura 7. Escolha quais das seguintes afirmações estão corretas. (Várias respostas corretas).

- 1 – A corrente que transportou a boia sinalizadora é causada pela troca de ventos do hemisfério sul.
- 2 – A corrente que transportou a boia sinalizadora é causada pela diferença de temperatura entre as partes leste e oeste do Atlântico.
- 3 – A corrente que transportou a boia sinalizadora é causada pela diferença de salinidade entre as partes leste e oeste do Atlântico.
- 4 – A corrente que transportou a boia sinalizadora é causada pela diferença na altura do oceano entre as partes leste e oeste do Atlântico.
- 5 – A direção da corrente que transportou a boia sinalizadora é influenciada pela força de Coriolis.

Figura 8: mapa mostrando a posição final da boia sinalizadora no período de 15 de dezembro de 2016 a 4 de janeiro de 2017. Cada símbolo corresponde à posição diária registada à mesma hora (meia-noite).

Questão 12: Analisando o trajeto da boia sinalizadora perto da costa da América do Sul (figura 8), pode afirmar-se que: (Apenas uma resposta correta).

- 1 – A velocidade foi constante e a trajetória tornou-se paralela à costa.
- 2 – A velocidade foi constante e a trajetória não foi influenciada pela aproximação à costa.
- 3 – A velocidade diminuiu, assim que a boia sinalizadora se aproximou da costa, devido ao movimento da corrente de água doce, em sentido contrário ao da corrente oceânica.
- 4- A velocidade diminuiu, assim que a boia sinalizadora se aproximou da costa, devido à diminuição da profundidade da água.
- 5 – A velocidade aumentou, assim que a boia sinalizadora se aproximou da costa, devido ao movimento da corrente de água doce, em sentido contrário ao da corrente oceânica.
- 6 – A velocidade aumentou, assim que a boia sinalizadora se aproximou da costa, devido à diminuição da profundidade da água.

Figura 9: Trajetória da boia sinalizadora perto da costa da América do Sul. A geolocalização foi registada a cada hora.

Questão 13: Veja a figura 9 e escolha a afirmação que melhor descreve o comportamento da boia sinalizadora. O fenómeno observado parece ser periódico, com um período médio de: (Apenas uma resposta correta).

- 1 – 6 horas.
- 2 – 12 horas.
- 3 – 24 horas.

Questão 14: Entre as causas corretas listadas abaixo, escolha a mais provável. Este padrão particular de trajetória é devido a: (Apenas uma resposta correta).

- 1 – correntes turbulentas causadas pela diferença de salinidade entre as águas continentais e águas marinhas.
- 2 – correntes turbulentas causadas pela diferença de temperatura entre águas continentais e águas marinhas.
- 3 – correntes de maré.

SECÇÃO 2 – COM O PÉ NA TERRA, CONTEMPLANDO OS PLANETAS

Durante a competição, o capitão Kito de Pavant teve a oportunidade de observar as fases diferentes da lua. Como podemos entender o que ele foi capaz de ver?

Figura 10: (A) Posição de Kito de Pavant durante novembro de 2016. (B) Imagens da lua, que ele pôde ver a partir das posições correspondentes.

Sunbeam: raios solares

Figura 11: fases da lua como função dos três corpos envolvidos (o Sol, a Terra, e a Lua),

Questão 15: Veja a figura 11. Durante a noite de 7 para 8 de novembro, a posição da Lua relativa ao sistema de referência Terra-Sol é: (Apenas uma resposta correta).

- 1 – A
- 2 – B
- 3 – C
- 4 – D

Questão 16: Durante a noite de 14 para 15 de novembro, a Lua atingiu 90°. Esta situação (Várias respostas corretas):

- 1 – pode ser vista apenas a partir da região intertropical.
- 2 – só é possível quando a Lua está cheia.
- 3 – é possível em qualquer lugar na Terra, sempre que a Lua está cheia.
- 4 – é extremamente rara e ocorre no máximo duas vezes por ano, para uma determinada localização.

Questão 17: A Lua, vista pelo velejador, nas noites de 17 e 22 de novembro estava muito parecida. Isto ocorreu porque (Apenas uma resposta correta):

- 1 – o período sinódico de revolução da Lua é da ordem de 14 dias.
- 2 – o período sideral de revolução da Lua é da ordem de 28 dias. No entanto, pode-se encontrar a mesma fase ao fim de 14 dias, a meio do trajeto.
- 3 – o primeiro e o quarto quadrantes parecem idênticos porque não são observados no mesmo hemisfério.
- 4 – o primeiro e o quarto quadrantes parecem idênticos porque não são observados à mesma hora da noite.

Questão 18: A lua cheia de 14 de novembro era observável entre as 18:00h e 6:00h. Escolha a afirmação correta: (Apenas uma resposta correta).

- 1 – Este é sempre o caso com uma lua cheia.
- 2 – Isto é extremamente raro. Na maior parte do tempo, ela pode ser vista a partir do meio dia.
- 3 – Isto ocorre unicamente para quem está localizado perto do equador.

Figura 12: Gráfico mostrando a relação entre o número de crateras na superfície lunar e a idade dessa superfície. A curva tracejada é a melhor forma para observar os dados (retângulos).

Questão 19: A figura 12 indica a relação hiperbólica entre a densidade de crateras lunares e a idade da superfície impactada. Quais das seguintes variáveis afetam essa relação? (Várias respostas corretas)

- 1 – O número decrescente de objetos impactantes desde a origem do sistema solar.
- 2 – Ações tectônicas, que regeneram a superfície planetária.
- 3 – A distância do planeta relativamente à cintura de asteroides e à cintura de Kuiper.
- 4 – O período de revolução e o período de rotação do planeta em causa.
- 5 – A temperatura da superfície impactada.
- 6 – O tamanho do planeta impactado.

Figura 13: Posição do Kasei Valles no planeta Marte. (A) Imagem de satélite da região. A cratera Sharonov tem um diâmetro de 100 km. (B) Imagem topográfica da mesma região.

Questão 20: O rio que formou o Kasei Valles, no ponto X, corria para: (Apenas uma resposta correta):

- 1- Sul. 5- Sudeste.
- 2- Norte. 6- Noroeste.
- 3- Leste. 7- Sudoeste.
- 4- Oeste.

Questão 21: Há pequenas estrias ligadas às crateras pequenas delimitadas pela caixa vermelha na figura 13A. A explicação aceitável é a presença de ventos. Qual a orientação desses ventos? (Apenas uma resposta correta).

- 1 – para oeste e noroeste.
- 2 – para oeste e sudoeste.
- 3 – para este e nordeste.
- 4 – para este e sudeste.

Questão 22: Veja a figura 13. Considere os seguintes aspectos geológicos:

- A– Fluxo de um rio
- B– Crateras pequenas
- C– Crateras grandes no Noroeste
- D– Fratura no Norte
- E– Marcas de vento

Entre as seguintes sequências, escolha a que corresponde à ordem correta pela qual se produziram aqueles aspectos geológicos (do mais antigo para o mais recente): (Apenas uma resposta correta).

- 1- A / B / C / D / E 3- D / C / A / B / E
- 2- A / C / D / E / B 4- C / D / B / E / A

Figura 14: Imagem de satélite da região de Marte chamada *Sonia Planum*, obtida pela câmara *Mars Orbiter Camera* da missão *Mars Surveyor*.

Questão 23: Veja a figura 14. Qual é a sequência correta das idades relativas das crateras (da mais velha para a mais jovem). (Apenas uma resposta correta).

- 1- A / B / C / D / E / F 5- A / E / F / B / D / C
- 2- E / F / D / C / B / A 6- C / D / B / F / E / A
- 3- C / D / B / A / E / F 7- D / A / E / C / B / F
- 4- F / E / A / B / D / C 8- B / D / E / F / A / C

Questão 24: Há menos crateras em Vénus, Terra e Marte, em comparação com a Lua ou Mercúrio... (Apenas uma resposta correta).

- 1 – porque menos meteoritos atingiram aqueles planetas.
- 2 – devido ao vulcanismo que regenerou as suas superfícies.
- 3 – porque a Terra foi protegida pela Lua.
- 4 – devido á erosão.

Figura 15: Diagrama apresentando a escala de Hughes. A massa dos corpos, o diâmetro das crateras e a recorrência dos impactos estão correlacionados. Os valores indicados referem-se aos corpos que se aproximam da Terra a uma velocidade de aproximadamente 15,4 km/s. Fonte: Hughes (1992) *Space Science Reviews*.

Questão 25: De acordo com a escala de Hughes (Figura 15), um corpo que cria uma cratera de 5 km de diâmetro na Terra tem uma massa de: (Apenas uma resposta correta).

- 1- 100 quilotoneladas.
- 2- 0.1 megatonelada.
- 3- 10 megatoneladas.
- 4- 1 gigatonelada.

Questão 26: Um corpo desses impacta a Terra com uma frequência de.... (Apenas uma resposta correta).

- 1- uma vez, em cada século.
- 2- uma vez, em cada 10.000 anos.
- 3- uma vez, em cada milhão de anos.

Questão 27: Escolha os fatores que determinam o tamanho de uma cratera de impacto na Terra. (Várias respostas corretas).

- 1- a forma do corpo.
- 2- a massa do corpo.
- 3- a quantidade de gelo no corpo.
- 4- a velocidade do corpo.
- 5- a densidade da floresta no local do impacto.
- 6- o clima.

Questão 28: Veja a figura 15. Um impacto de magnitude $M= 5,5$, a menos de 100 km de distância da estação sismológica, induziu vibrações de uma amplitude que foi muito grande para ser registada com precisão (fenómeno de saturação). A frequência anual de impacto de magnitude “M” em Marte é expressa como $R(M) = 100 \times 10^{(3.5-M)}$; o raio de Marte é de 3376 km. Calcule a probabilidade anual de ocorrência de um tal evento. (Apenas uma resposta correta).

- 1- 2.9%
- 2- 100%
- 3- 33%
- 4- 0.02%

SEÇÃO 2: UM SATÉLITE SURPREENDENTE AO REDOR DE SATURNO

Enceladus é um dos sete maiores satélites de Saturno. A tabela 1 mostra algumas das características notáveis deste corpo. Repare que a sua superfície clara facilitou a observação de uma topografia complexa, refletindo uma geologia que é difícil de explicar para um objeto deste tamanho. O objetivo é estudar uma corrente geológica possível para explicar a atividade geológica detectada.

Características do Enceladus					
Parâmetros físicos				Parâmetros químicos	
Diâmetro (km)	Densidade (g x cm^{-3})	Gravidade (m x s^{-2})	Temperatura da superfície (K)	Composição em volume	Atmosfera
500	1,2	0,06	73	10% silicatos 90% água	Traço (H_2O)

Tabela 1. Parâmetros físicos e químicos do Enceladus.

Questão 29: Considerando que o Enceladus sofreu diferenciação, calcule o raio do núcleo silicatado deste satélite. (Apenas uma resposta correta).

- 1- 85 km.
- 2- 100 km.
- 3- 115 km.
- 4- 140 km.

Figura 16: Imagem de satélite de Enceladus obtida pela sonda Cassini voando a 1000 km de altitude em 14 de julho de 2005 (fonte: planetterre, ens-lyon). A **Zona A** refere-se à maior parte do planeta, marcada por numerosas crateras de impacto. A **Zona B** corresponde ao Pólo Sul do satélite, de onde se observam as ondulações e o relevo topográfico. © 2005 NASA/JPL/Space Science Institute

A área quadrangular ampliada, marcada com o limite a branco na figura 16, indica que as estruturas da Zona B se cruzam com as crateras. A zona B é, portanto, mais recente tal como é sugerido pela ausência total de crateras. Os cientistas levantam a hipótese de que deve haver atividade interna que substitui regularmente parte da superfície do Enceladus.

Questão 30: Usando a Terra como analogia, identifique os parâmetros exigidos para determinar a atividade interna presente do Enceladus. (Várias respostas corretas).

- 1 – Pressão atmosférica na superfície do Enceladus a partir da sonda.
- 2 – Temperatura da superfície a partir da sonda.
- 3 – Química da superfície para detectar possíveis rochas vulcânicas.
- 4 – Campo magnético.

Em termos das características do Enceladus, a única energia que pode manter as tectônicas parece ser a energia solar. Os documentos abaixo fornecem algumas especificidades neste estado termal.

Figura 17: (A) Modelo térmico hipotético do Enceladus, no qual o sol é a única fonte de energia. (B) Mapa térmico da superfície observada através de espectrofotómetro de infra-vermelho da sonda Cassini. (C) Imagem térmica em infra-vermelho nas proximidades de uma ondulação observável no polo sul do Enceladus. A cor depende da cristalinidade da água. A aparência branca corresponde a gelo amorfo. O gelo torna-se amorfo quando submetido à radiação UV por períodos prolongados. A aparência azul corresponde ao gelo cristalino resultante da solidificação da água.

Questão 31: Veja a figura 17. A comparação entre a hipótese e os dados de espectrometria sugerem que: (Apenas uma resposta correta)

- 1 – A única fonte de calor do satélite é o sol.
- 2 – O sol está muito distante e não exerce influência na temperatura do Enceladus.
- 3 – Há uma fonte de calor significativa no equador do satélite.
- 4 – A fonte de energia solar impacta a temperatura da superfície do Enceladus, mas há uma outra fonte de calor localizada no Polo Sul.

Questão 32: As várias ondulações na superfície do polo sul estão correlacionadas com as anomalias termais detectáveis. Esta observação faz com que seja possível deduzir que as ondulações são.... (Apenas uma resposta correta).

- 1 – ... estruturas tectónicas recentes que se tornaram visíveis pela presença do gelo recém formado.
- 2 – ... estruturas tectónicas recentes cuja a anomalia termal não permite que a água exista.
- 3 – ... estruturas muito antigas e que são uma evidência da erosão causada por um fluxo passado de água na superfície do satélite.
- 4 – ... trajetos de águas correntes na superfície do satélite.

A sonda Cassini voou pelo misterioso polo sul do Enceladus para efetuar medições de parâmetros químicos. Para isso recorreu ao seu espectrómetro de massa neutral de iões (INMS) para detetar água na fase gasosa, assim como recorreu ao seu analisador de poeira cósmica (CDA) para detetar partículas de água gelada.

Termos da figura 18:

Anomalia termal

Caminho da sonda (path of the probe)

Densidade de poeira (unidades arbitrárias)

INMS densidade da água (unidades arbitrárias)

Tempo relativo ao redor do ponto de abordagem mais próxima CA (s)

Figura 18: Gráfico ilustrando as medidas feitas pelos instrumentos a bordo da sonda Cassini. A figura em miniatura indica o caminho do voo da sonda perto do polo sul. A passagem pelo ponto (CA) corresponde à passagem da sonda mais próximo do chão. Os pontos amarelos correspondem à densidade da água INMS e os azuis à densidade de poeira. Adaptado de NASA/JPL/University of Michigan/Max Planck Institut 2005 ©.

Questão 33: Veja a figura 18. As medidas da sonda Cassini indicam que: (Várias respostas corretas).

- 1 – A sonda registrou a presença homogênea de partículas e vapor de água ao longo do seu trajeto.
- 2 – A sonda registrou uma zona difusa (de mais de 100 km) onde as partículas e o vapor de água foram detectados em altas concentrações. A zona corresponde a posição mais baixa da sonda.
- 3 – A sonda registrou uma zona restrita onde o vapor da água e a poeira estão altamente concentrados.
- 4 – Fora da zona de alta concentração, há sempre uma pequena quantidade de vapor de água e partículas. O Enceladus tem uma atmosfera fina.

Termos na figura 19:

Fusão de gelo e líquido
Porcentagem molar

Figura 19: Diagrama mostrando as mudanças de fase da solução de H_2O-NH_3 . Esta mistura é eutética, tratando-se por isso de uma solução de dois compostos puros que se comportando como se fossem um único composto puro, relativamente às suas mudanças de estado. A pressão experimental corresponde à pressão à superfície do satélite. © 2005 NASA/JPL/Univ. Michigan/Max Planck Institute.

Questão 34: Veja a figura 19. Selecione uma solução que permitiria uma temperatura mínima de fusão. (Apenas uma resposta correta).

- 1- Uma solução contendo 90% de amônia e 10% de água.
- 2- Uma solução contendo 35% de amônia e 65% de água.
- 3- Uma solução contendo 65% de amônia e 35% de água.
- 4- Uma solução contendo 80% de amônia e 20% de água.

Questão 35: A temperatura mínima de fusão, inferida na figura 19, é compatível com as condições do Enceladus? (Várias respostas corretas).

- 1 – A temperatura média detectada da superfície de Enceladus permite a fusão da solução água-amônia.
- 2 – A temperatura medida localmente na região das anomalias do Polo Sul permite o aparecimento rápido de líquido.
- 3 – Nenhuma condição na superfície no Enceladus permite o aparecimento de líquido contendo água.
- 4 – A presença de água projetada dentro da atmosfera indica que as condições internas permitem a sua ocorrência no estado líquido ou gasoso.

Figura 20: Fotografia de uma erupção crio-vulcânica (erupção de gelo) na superfície do Enceladus. A análise indica que o vapor de água e gelo são ejetados.

Questão 36: Veja a figura 20. Quais das seguintes frases são justificadas? (Várias respostas corretas)

- 1 – A região norte é marcada por vulcanismo antigo e a região sul é um oceano antigo.
- 2 – A superfície de Enceladus é heterogênea. Ela mostra que a radiação solar apaga as crateras, ao provocar uma mudança de estado no gelo que torna a superfície lisa.
- 3 – A superfície de Enceladus indica que apenas uma parte do hemisfério sul é recente. Ela está agora congelada e irá acumular gradualmente crateras de impacto.
- 4 – A superfície de Enceladus sugere uma forma muito peculiar de vulcanismo no polo sul. O vapor da água é ejetado na atmosfera e a água líquida espalha-se sobre a superfície, e solidifica.
- 5 – A região sul do satélite é marcada por atividade tectônica, mantida por uma fonte não explicada de energia interna.
- 6 – Apesar do seu tamanho, Enceladus tem uma atmosfera que é mantida pelo criovulcanismo.