

IESO 2017 – PROVA ESCRITA 2

INSTRUÇÕES PARA A PROVA ESCRITA PROVA ESCRITA 2: **2 HORAS**

**POR FAVOR, RESPONDA NA FOLHA DE RESPOSTA
(GABARITO)**

MARCANDO AS QUESTÕES:

Se somente uma resposta for exigida (apenas uma resposta possível):

- Resposta escolhida certa: + 1 ponto**
- Resposta errada ou muitas respostas escolhidas: 0 ponto**

Se muitas respostas forem possíveis:

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

Nenhuma questão pode ser marcada sem repostas (zero). Se o número de pontos negativos exceder os pontos positivos, a questão será marcada zero: $+1 -1,5= 0$

IESO 2017 – PROVA ESCRITA 2

SEÇÃO 1: ENTENDA AS INTERAÇÕES ENTRE OS ATMOSFERA E HIDROSFERA: UM DESAFIO ESPORTIVO!

O “Globo de Vendée” é uma competição de iate sem assistência, que parte de Vendée na França e cujo objetivo é circum-navegar o mundo o mais rápido possível. Tanto o início como o fim 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 ganhador com o novo recorde de 74 dias de navegação sem paradas.

A dificuldade, especialmente em uma viagem solo (sozinho), é encontrar a rota onde o vento está sempre favorável, isto é, na parte traseira do barco.

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

Questão 1: Os iates fazem 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 a mesma por uma semana: (apenas uma resposta possível).

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

Questão 2: ao mesmo tempo um navegador decide pegar a rota Rabat (R) – Nova York (Y). Qual itinerário será mais rápido? (apenas uma resposta possível)

- 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 (circulado) parece ter ficado para trás e agora está viajando em uma velocidade lenta de 2,5 nós (para 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 em uma velocidade lenta? (apenas uma resposta possível).

- 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 são presos em uma 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 possível).

- 1 - A água dos grandes rios traz para baixo a salinidade da água do oceano.
- 2 – Nas zona anticlonais 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 traz para baixo a salinidade.
- 4 – Os ventos fortes que são característicos nas zonas de convergência intertropical produzem ressurgência, o que traz menor quantidade 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 em 2 de dezembro de 2016. (A) mapa da 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 possível).

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

Questão 6: os ventos que circulam ao redor do anticiclone localizados no Hemisfério Sul (muitas respostas possíveis):

- 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) em 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: Gráfico da mudança na temperatura (A) e salinidade (B) da água do oceano em uma linha ao longo da passagem de Drake (visível na inserção que mostra o planeta visto a partir do Pólo Sul).

Questão 7: Veja a figura 4. Uma pessoa pode afirmar que em uma longitude $62,5^\circ$ W, (apenas uma resposta possível):

- 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 gradientes são anormais.

Figura 5: perfis de temperatura em datas diferentes durante agosto de 2016 a janeiro de 2017 ao longo dos cortes transversais mostrados na figura 4.

Question 8: Veja as figuras 4 e 5. Quais das afirmações abaixo estão corretas? (muitas respostas possíveis).

- 1 – A água estava mais fria a uma profundidade de 3000m comparada à superfície durante agosto.
- 2 – O bloco de gelo (gelo flutuante) foi localizado ao largo da costa antártica e alcançou uma longitude de $64,5^\circ$ W ao longo do corte transversal durante agosto de 2016.
- 3 – Durante janeiro de 2017, o bloco de gelo (gelo flutuante) era mais denso e consequentemente 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 navegadores encontraram muitos barcos de pesca em direção à costa africana. Existem cardumes (de peixes) nessa região.

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

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

- 1 – A água do oceano mais próxima à costa de Namíbia é mais quente do que a aquela mais distante.
- 2 – Essa anomalia de temperatura ao longo da costa de Namíbia é devido à elevação de água das profundidades.

- 3 – A força responsável por esta elevação de água é a diferença em temperatura entre as águas fundas e rasas.
- 4 – A força responsável por esta elevação de água é a força do vento na superfície.
- 5 – A água quente induz a uma produtividade primária alta, o que leva a uma quantidade elevada da cadeia alimentar (cadeia trófica) e, portanto, uma abundância de peixes.
- 6 – A produtividade primária alta está conectada a um aumento na concentração de nutrientes, que sustenta uma cadeia alimentar rica (cadeia trófica).

Question 10: Os platôs continentais de Namibia e Angola são conhecidos por sua abundância de combustíveis fósseis (óleo, hidratos de gás). A geografia e condições climáticas e meteorológicas permaneceram aproximadamente a mesma por centenas de milhares de anos. A costa sudoeste da África permaneceu um deserto. Escolha quais das seguintes afirmações estão corretas: (muitas respostas possíveis).

- 1 – A abundância de plâncton e a riqueza da cadeia alimentar são elementos necessários para a formação de hidrocarboneto.
- 2 – O óleo é formado no fundo do Oceano Atlântico e sobe devido à ressurgência de água.
- 3 – A matéria orgânica do continente (animais mortos e matéria vegetativa) é sedimentada no platô continental e esta é a fonte principal de hidrocarbonetos.
- 4 – A matéria orgânica do plâncton que é sedimentada no platô continental deve estar em condições anóxicas para serem transformadas em hidrocarbonetos.

O navegador Kito de Pavant deixou cair um sinalizador flutuante por GPS chamado IESO2017 dentro da água enquanto atravessava o Equador em 17 de novembro de 2016. Este sinalizador foi levado pelas correntes marinhas e transmitiu sua posição latitudinal e longitudinal a cada hora.

Figura 7: mapa do Oceano Atlântico Equatorial. A linha preta traça o movimento do sinalizador IESO2017 no período de 17 de novembro a 1 de dezembro de 2016. O sinalizador foi localizado enquanto atravessava o Equador pelo capitão Kito de Pavant. As cores indicam a força das correntes, e as setas especificam a direção. A corrente que aparece neste mapa é chamada de “corrente Equatorial”.

Question 11: Veja a figura 7. Escolha quais das seguintes afirmações estão corretas. (muitas respostas possíveis).

- 1 – A corrente que carrega o sinalizador é causada pela troca de ventos do Hemisfério Sul.
- 2 – A corrente que carrega o sinalizador é causada pela diferença em temperatura entre as partes leste e oeste do Atlântico.
- 3 – A corrente que carrega o sinalizador é causada pela diferença em salinidade entre as partes leste e oeste do Atlântico.
- 4 – A corrente que carrega o sinalizador é causada pela diferença na altura do oceano entre as partes leste e oeste do Atlântico.

5 – A direção da corrente que carrega o sinalizador é influenciada pela força de Coriolis.

Figura 8: mapa mostrando o estágio final da jornada do sinalizador no período de 15 de dezembro de 2016 a 4 de janeiro de 2017. Cada símbolo corresponde à posição diária em uma hora fixa (meia-noite).

Question 12: Analisando o caminho do sinalizador perto da Costa da América do Sul (figura 8), escolha uma alternativa correta: (apenas uma resposta possível).

- 1 – A velocidade é constante, e a trajetória torna-se paralela à costa.
- 2 – A velocidade é constante, e a trajetória não é influenciada pela abordagem da costa.
- 3 – A velocidade diminui assim que o sinalizador se aproxima da costa devido à corrente de água fresca em oposição à corrente oceânica.
- 4- A velocidade diminui assim que o sinalizador se aproxima da costa devido à diminuição na profundidade da água.
- 5 – A velocidade aumenta assim que o sinalizador se aproxima da costa devido à corrente de água fresca em oposição à corrente oceânica.
- 6 – A velocidade aumenta assim que o sinalizador se aproxima da costa devido à diminuição na profundidade da água.

Figura 9: Trajetória do sinalizador perto da Costa da América do Sul. A Geolocalização foi medida a cada hora.

Questão 13: Veja a figura 9 e escolha a afirmação que melhor descreve o comportamento do sinalizador. O fenômeno observado parece ser periódico com uma média de período de: (apenas uma resposta possível).

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

Questão 14: Entre as causas possíveis listadas abaixo, escolha a mais provável. Este padrão específico de trajetória é devido a: (apenas uma resposta possível).

- 1 – as correntes turbulentas causadas pela diferença em salinidade entre as águas interiores e águas no alto mar.
- 2 – as correntes turbulentas causadas pela diferença em temperatura entre as águas interiores e águas no alto mar.
- 3 – correntes de maré.

SEÇÃO 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 do navegador Kito de Pavant durante novembro de 2016. (B) as imagens da lua que o capitão pode ver a partir das posições correspondentes.

Sunbeam: raio de sol (raio solar)

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

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

- 1 – A
- 2- B
- 3 – C
- 4 – D

Questão 16: Durante as noites de 14 e 15 de novembro, a Lua alcançou seu zênite. Esta situação (muitas respostas possíveis):

- 1 – pode ser vista apenas quando a pessoa está localizada nos trópicos.
- 2 – é apenas possível quando a Lua está cheia.
- 3 – é possível em qualquer lugar na Terra cada vez que a Lua está cheia.
- 4 – é extremamente rara e ocorre no máximo duas ao ano para uma determinada localização.

Questão 17: A Lua vista pelo navegador nas noites de 7 e 22 de novembro estava muito similar. Isto ocorreu porque (apenas uma resposta possível):

- 1 – O período de revolução sinódica da Lua está na ordem de 14 dias.
- 2 – O período de revolução sideral da Lua está na ordem de 28 dias. No entanto, pode-se encontrar a mesma fase no ponto da metade de 14 dias.
- 3 – os primeiros e últimos quartos parecem idênticos porque não são observados no mesmo hemisfério.
- 4 – Os primeiros e últimos quartos parecem idênticos porque eles não são observados durante a mesma hora da noite.

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

- 1 – Este é sempre o caso com uma lua cheia.
- 2 – Isto é extremamente raro. Na maioria do tempo, ela pode ser vista começando ao meio dia.
- 3 – Isto ocorre unicamente porque a pessoa está localizada perto do Equador.

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

Legenda da figura 12:

Densidade da cratera em mil crateras com um diâmetro > 500 metros por milhão de km².

Bacia de Imbrium (Apollo 14)

Formação “Cauley” (Apollo 16)

No Mare Tranquillitatis (Apollo 11)

No Procellarum Oceanus (Apollo 12)

Na cratera Copernicus (Apollo 12)

Idade (bilhões de anos)

Questão 19: A figura 12 indica a relação hiperbólica entre a densidade da cratera lunar e a idade da superfície impactada. Quais das seguintes variáveis afetam o perfil exato dessa relação inversa? (muitas respostas possíveis)

- 1 – O número decrescente de objetos impactantes desde a origem do sistema solar.
- 2 – tectônicas, que regenera a superfície planetária.
- 3 – a distância do planeta para o cinturão de asteroides e o cinturão Kuiper.
- 4 – o período de revolução e o período de rotação do planeta sob consideração.
- 5 – a temperatura da superfície impactada.
- 6 – O tamanho do planeta impactado.

Figura 13: a 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 os Kasei Valles no ponto X corre em direção a: (apenas uma resposta possível):

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

Questão 21: Há pequenas listras ligadas às crateras pequenas delimitadas pela caixa vermelha na figura 13A. A explicação aceitável é a presença de ventos. Quais são as direções dos ventos? (apenas uma resposta possível).

- 1 – em direção ao oeste e noroeste.
- 2 – em direção ao oeste e sudoeste.
- 3 – em direção ao leste e nordeste.
- 4 – em direção ao leste e sudeste.

Questão 22: Veja a figura 13. Os seguintes eventos geológicos podem ser identificados como:

- A– Fluxo do rio
- B– Crateras pequenas
- C– Crateras grandes no noroeste

D – Fratura no norte

E– Faixa de vento

Entre as cronologias relativas (do mais antigo para o mais recente) desses eventos, escolha a ordem correta: (apenas uma resposta possível).

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

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

FIGURE 14: imagem de satélite da região de Marte chamada *Sonia Planum*. Imagem adquirida pela câmera da órbita de Marte (MOC) da missão de investigação de Marte (MGS).

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 possível).

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 Vênus, Terra e Marte, comparados com a Lua ou Mercúrio.... (apenas uma resposta).

1 – porque menos meteoritos atingiram estes planetas.

2 – devido ao vulcanismo que regenerou as superfícies.

3 – porque a Terra foi protegida pela Lua.

4 – devido á erosão.

FIGURA 15: Diagrama apresentando a escala de Hughes. A massa de corpos, diâmetro da cratera, e a recorrência de impactos estão correlacionados. Os valores indicados se referem aos corpos se aproximando da Terra a uma velocidade de aproximadamente 15,4 km/h. Fonte: Hughes (1992) *Space Science Reviews*.

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

1- 100 Quilotons

2- 0.1 Megatom

3- 10 Megatons

4- 1 Gigatom

Questão 26: um corpo afeta a Terra em uma frequência de.... (apenas uma resposta).

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

Questão 27: escolha os fatores que determinam o tamanho de uma cratera de impacto na Terra. (muitas respostas possíveis).

- 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 de floresta no lugar do impacto.
- 6- o clima.

Questão 28: Veja a figura 15. Um impacto de magnitude $M= 5,5$, menos do que 100 km da estação sismológica, induziu vibrações de uma amplitude que foi muito grande para ser precisamente registrada (fenômeno 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 que tal evento pode ocorrer. (apenas uma resposta).

- 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. Observe que sua superfície clara facilitou a observação de uma topografia complexa, refletindo em uma geologia que é difícil de explicar por meio de um objeto deste tamanho. O objetivo é estudar uma corrente geológica possível e uma atividade geológica possível.

Características do Enceladus					
Parâmetros físicos				Parâmetros químicos	
Diâmetro (km)	Densidade ($g \times cm^{-3}$)	Gravidade ($m \times s^{-2}$)	Temperatura da superfície (K)	Composição no volume	Atmosfera
500	1,2	0,06	73	10% silicatos 90% água	Traço (H ₂ O)

Tabela 1: parâmetros físicos e químicos do Enceladus.

Questão 29: Considerando que o Enceladus experimentou uma diferenciação, calcule o raio do núcleo do silicato deste satélite. (apenas uma resposta).

- 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 se refere a maior parte do planeta, marcada por numerosas crateras de impacto. A Zona B corresponde ao Pólo Sul do satélite, de onde as ondulações e o relevo topográfico podem ser vistos. © 2005 NASA/JPL/Space Science Institute

O zoom apresentado como entremeio na figura 16 indica que as estruturas da Zona B se cruzam com as crateras. A zona B é, portanto, mais recente como 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. (muitas respostas possíveis).

- 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 espectrofotômetro infra-vermelho da sonda Cassini. (C) Imagem infra-vermelha térmica 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 se torna amorfo quando submetido à radiação UV por prolongado período. 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 possível)

- 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 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).

- 1 – estruturas tectônicas recentes que se fizeram visíveis pela presença de gelo formado.
- 2 – estruturas tectônicas recentes da quais 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 – correntes de águas navegáveis na superfície do satélite.

A sonda Cassini voou pelo misterioso polo sul do Enceladus para efetuar medidas químicas. Para este objetivo ela ativou seu espectrômetro de massa de íons e neutras (INMS) para detectar água em sua fase gasosa bem como seu detector de partícula analisador de poeira cósmica (CDA) para detectar 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 mostrando as medidas feitas pelos instrumentos a bordo na nave espacial Cassini. A figura em miniatura indica o caminho do voo da sonda perto do polo sul. A abordagem mais próxima do ponto (CA) é o ponto de 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: (muitas respostas possíveis).

- 1 – a sonda registrou a presença homogênea de partículas e vapor de água ao longo do seu caminho.

2 – a sonda registrou uma zona difusas (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 comprimida 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 . A solução é eutectica, que é uma solução de dois compostos puros se comportando como um único composto puro com respeito a suas mudanças de estado. A pressão experimental corresponde aquela na 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.

- 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? (muitas respostas possíveis).

- 1 – A média de temperatura medida na superfície do Enceladus permite a fusão da solução água-amônia.
- 2 – A temperatura medida muito localmente no nível das anomalias do Polo Sul permite uma aparência rápida de líquido.
- 3 – Nenhuma condição na superfície no Enceladus permite a aparência de um líquido contendo água.
- 4 – A presença de água projetada dentro da atmosfera indica que as condições internas permitem sua aparência em líquido ou fase gasosa.

Figura 20: fotografia de uma erupção crio vulcânica (crio significa 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 frases conclusivas abaixo são justificadas?

- 1 – A parte do Norte é marcada por vulcanismo antigo e a parte do sul é um oceano antigo.
- 2 – A superfície do Enceladus é heterogênea. Ela mostra que a radiação solar apaga as crateras causando uma mudança de estado no gelo que modifica a superfície lisa.
- 3 – A superfície do Enceladus indica que apenas uma parte do hemisfério norte é recente. Ela está agora congelada e irá acumular gradualmente crateras de impacto.
- 4 – A superfície do Enceladus indica uma forma muito peculiar de vulcanismo no polo sul. O vapor da água é ejetado para dentro da atmosfera e a água líquida se espalha sobre a superfície para se solidificar.
- 5 – A parte do sul do satélite é marcada pelas tectônicas ativas mantidas pela uma fonte não explicada de energia interna.
- 6 – Apesar de seu tamanho o Enceladus tem uma atmosfera que é mantida pelo criovulcanismo.