



**ONC**  
OLIMPÍADA NACIONAL DE CIÊNCIAS

**NÍVEL D: 2º ANO  
ENSINO MÉDIO**

**Fase 2 - 2020**

- A - O exame possui 10 questões analítico expositivas e vale 100 pontos.
- B - A resposta de cada questão deve ocupar apenas o espaço destinado à mesma na folha de resposta.
- C - Para cada questão deverá ser utilizada uma folha de resposta. Utilize o verso se precisar.
- D - Para resolução é permitido o uso apenas de lápis, borracha, caneta e régua.
- E - Não é permitido o uso de calculadoras ou celulares.
- F - A sua identificação é feita apenas na folha de respostas.

**D1.** O gráfico mostra a altitude orbital da Estação Espacial Internacional (EEI) durante os últimos doze meses. Estão claramente visíveis as impulsões que rapidamente aumentam a altura e o gradual decaimento entre elas. Esse decaimento da altura da órbita é causado pela resistência imposta pela tênue atmosfera.



Fonte: <https://heavens-above.com>

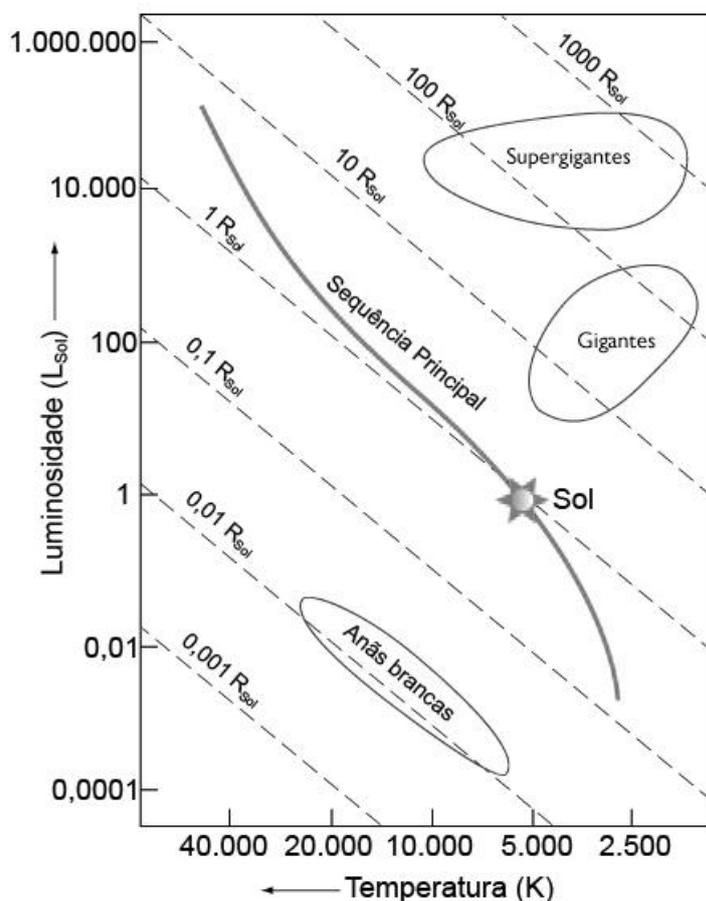
a) Calcule a quantidade de energia potencial gravitacional,  $\Delta E_{pg}$ , que a Estação Espacial ganhou quando passou, no final do ano passado, de 416 km para 418 km de altura. Mostre suas contas.

Dado: Aceleração média da gravidade na altitude da Estação  $g \approx 9,0 \text{ m/s}^2$

Considere que a massa total da Estação seja  $m = 450 \text{ mil kg}$ .

b) Quando a Estação Espacial Internacional aumentou a altura da sua órbita, seu período orbital em torno da Terra aumentou ou diminuiu? Justifique sucintamente.

**D2.** O Diagrama de Hertzsprung-Russell, conhecido como diagrama HR foi publicado independentemente pelo dinamarquês Ejnar Hertzsprung (1873-1967), em 1911, e pelo americano Henry Norris Russell (1877-1957), em 1913. O Diagrama HR mostra a relação existente entre duas características fundamentais das estrelas: a temperatura superficial ou efetiva e a luminosidade (aqui em termos de luminosidades do Sol). A luminosidade de uma estrela expressa o quanto de energia ela emite por segundo. Na imagem, as linhas tracejadas em diagonal indicam o tamanho do raio da estrela em unidades de raios solares.



Fonte: Adaptado de [http://atenea.pntic.mec.es/Antares/modulo2/m2\\_u301.html](http://atenea.pntic.mec.es/Antares/modulo2/m2_u301.html)

Você descobriu uma nova estrela na Via Láctea. Sua nova estrela tem a mesma temperatura superficial do nosso Sol, mas possui uma luminosidade 10.000 vezes maior que a luminosidade do Sol.

a) Indique no gráfico em que região do diagrama HR se encontra esta nova estrela.

b) Quantas vezes maior, aproximadamente, é o raio da sua nova estrela em comparação com o raio do nosso Sol?

**D3.** “A viagem de Fernão de Magalhães (1519-1522) não foi planejada para ser de circunavegação. Magalhães projetava somente chegar às Ilhas Molucas por ocidente e regressar pelo caminho inverso, evitando a metade do mundo atribuída pelo Tratado de Tordesilhas aos navios portugueses. Magalhães morreria em 1522, nas Molucas, tendo a viagem sido completada por João Sebastião Elcano, um membro da expedição que optou por prosseguir para ocidente. A viagem de circunavegação também não veio provar que a Terra era redonda: no século XVI, a esfericidade da Terra já era um fato teoricamente provado. Todavia, a viagem projetada por Magalhães tornou possível provar quatro pontos: que o continente americano, tal como a África, pode ser circunavegado; que a circunferência da Terra no seu Equador ou ao longo de qualquer dos seus meridianos é maior do que qualquer geógrafo desde Ptolomeu, no século II, quis acreditar; que a Terra, como mera evidência empírica, é realmente uma esfera, e que circunavegando-a se ganha um dia no sentido do movimento do Sol, de leste para oeste”.

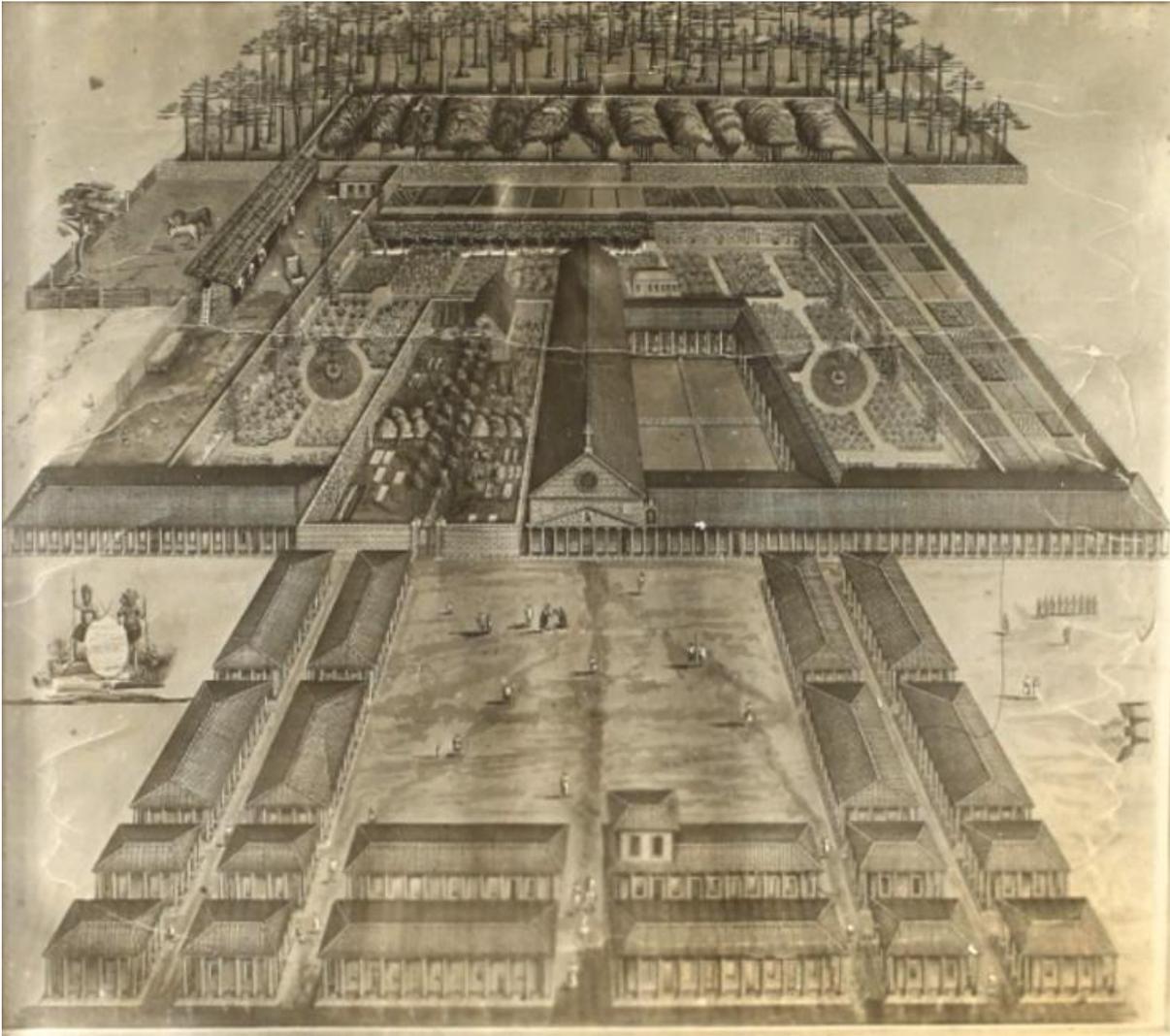
Adaptado de Maria Luísa Malado. “A literatura mundo e o ano em que Pigafetta completou a circunavegação”. *Acta Iassyensia Comparationis*. Magellan e Elcano: 500 circumnavigation to globalization. 2019. p.62.

O trecho extraído do artigo de Maria Luísa Malado trata da circunavegação da Terra concluída em 1522, depois de 20 meses de duração, quando a expedição chegou às Ilhas Molucas (atual Indonésia).

a) O século XVI marca a expansão das grandes navegações pelo mundo. Cite os países que assinaram o Tratado de Tordesilhas e quais os principais conflitos que o acordo pretendia amenizar.

b) Quais os interesses envolvidos na circunavegação da Terra em 1522?

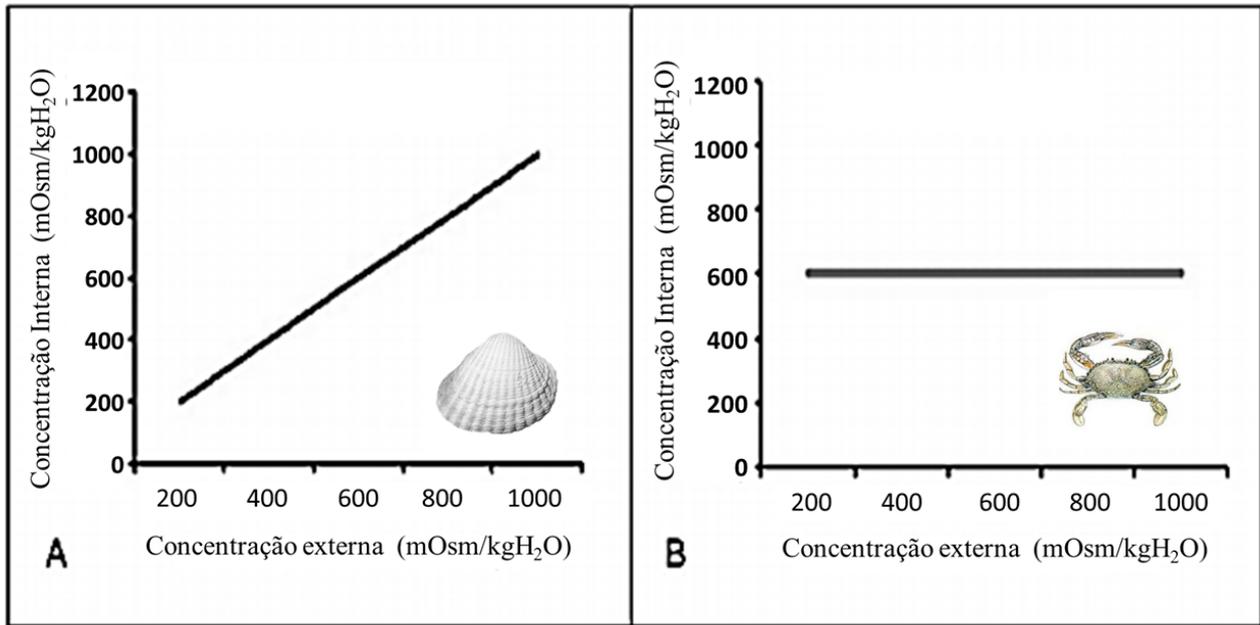
**D4.** A desenho a seguir representa a Redução de São João Batista, um núcleo das missões que os jesuítas implantaram na região de fronteira entre Brasil, Bolívia, Paraguai e Argentina. Observe a imagem dessa redução jesuíta para os índios guaranis e responda.



Fonte: [http://https://en.wikipedia.org/wiki/Francisco\\_Xavier\\_de\\_Mendon%C3%A7a\\_Furtado#/media/File:Redu%C3%A7%C3%A3o\\_de\\_S%C3%A3o\\_Jo%C3%A3o\\_Batista.jpg](http://https://en.wikipedia.org/wiki/Francisco_Xavier_de_Mendon%C3%A7a_Furtado#/media/File:Redu%C3%A7%C3%A3o_de_S%C3%A3o_Jo%C3%A3o_Batista.jpg). Desenho de autoria e datação exatas desconhecidas

- a) Cite e explique duas atividades que ocorriam nas missões jesuítas no Brasil
- b) Quando e por que ocorreu a expulsão dos jesuítas no Brasil?

**D5.** O ambiente marinho oceânico possui uma salinidade constante e a maioria dos invertebrados marinhos que nele vivem encontram-se em equilíbrio osmótico com o meio externo. Entretanto, na região costeira podemos observar variações de salinidade decorrentes de variações diárias das marés, pluviosidade e escoamento de águas continentais. Quando um animal costeiro se depara com uma alteração na concentração osmótica do meio, ele pode apresentar dois mecanismos básicos para assegurar um balanço de água e solutos: ser osmoconformador, quando a osmolaridade do meio interno é similar à do meio externo, ou ser osmorregulador, quando apresentam osmolaridade constante a despeito do meio externo. As figuras a seguir mostram gráficos das regulações osmóticas de dois invertebrados costeiros, um bivalve (A) e um isópode (B).



Fonte: <http://numeb.furg.br/images/stories/pdf/teoriaosmo.pdf>

a) Identifique o gráfico do animal osmorregulador e do animal osmoconformador. Em seguida, classifique estes animais como isosmótico, hiposmótico ou hiperosmótico em relação ao meio, justificando a resposta.

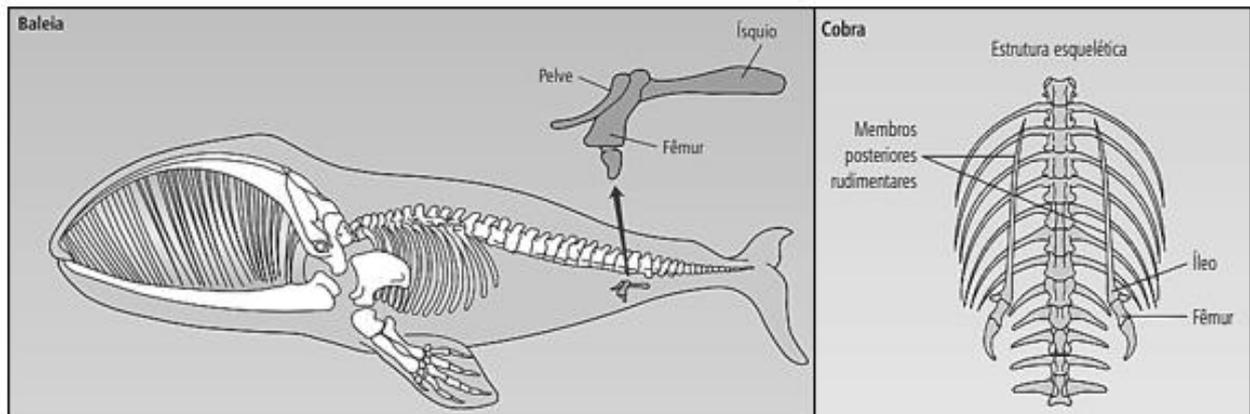
b) Cite o tipo de transporte presente nas células do isópode para que a sua osmorregulação ocorra, justificando a resposta, e uma porção do corpo deste animal em contato com o meio e permeável à passagem de água e de íons, onde este transporte possa estar ocorrendo.

**D6.** Um dos nervos cranianos, o nervo vago, considerado o mais longo dos nervos cranianos, vai do cérebro até a laringe através de uma rota passando próximo ao coração. Em peixes, essa é uma rota direta. Mas o mesmo nervo segue esta mesma rota em todos os vertebrados e em alguns animais, como nas girafas, isso resulta em um desvio absurdo, para baixo e depois para cima em direção ao pescoço, de modo que o animal tem de desenvolver em torno de 3 m a 4,5 m a mais de nervo do que deveria caso a conexão fosse direta do cérebro até a laringe. O nervo laríngeo recorrente, como é chamado este ramo do nervo vago próximo do coração até a laringe, é certamente ineficiente. E é fácil explicar tal ineficiência admitindo-se que as girafas evoluíram em pequenas etapas a partir de um ancestral similar a um peixe. Mas é difícil imaginar por que as girafas deveriam ter tal nervo caso elas tivessem se originado independentemente. Temos aqui, portanto, uma forte evidência evolutiva e a comprovação de que evoluir não significa necessariamente melhorar.

Adaptado do livro *Evolução*, Mark Ridley, 3ª Edição. Artmed.

a) O enunciado da questão mostra a existência de homologias entre os vertebrados. Cite, a partir de dados presentes no enunciado, duas comprovações deste fato.

b) A figura a seguir mostra o esqueleto pélvico de uma baleia e os membros posteriores rudimentares de uma cobra, estruturas vestigiais que também apresentam homologias. O que são estruturas vestigiais? Explique, segundo os conceitos do neodarwinismo, como estas estruturas assim se tornaram.



Fonte: Livro *Evolução*, Mark Ridley, 3ª Edição. Artmed.

**D7.** Em plena Idade Média, Tomás de Aquino, um frade católico italiano, propôs uma aproximação entre o pensamento pagão aristotélico e a doutrina cristã. Com o tempo, tal postura conciliatória foi incorporada à Igreja Católica ganhando o nome de Tomismo. Muitas características da estrutura social feudal foram justificadas com base no Tomismo. A permanência da pessoa na sua classe de origem e a posição privilegiada da nobreza em relação aos servos eram interpretadas como orientações divinas (“vontades naturais”) assim como, na cosmologia aristotélica, o ar e a terra deveriam permanecer em seus lugares, tendo o ar uma posição acima da terra, conforme a vontade natural (“orientações divinas”). Em ambos os casos, a mobilidade representava algo impuro e corrompido, o que deveria ser evitado ou corrigido.

Em 1687, o inglês Isaac Newton publicou *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*, onde inclui a Lei da Gravitação Universal e as três leis da mecânica newtoniana. Considerado por muitos a obra mais influente de toda a História da Ciência, ela serviu de inspiração para o francês Voltaire (1694-1778), em uma época que a síntese newtoniana do Universo empolgava grande parte da estirpe intelectual europeia. Voltaire se tornou um dos mais importantes filósofos iluministas ao propor uma nova ordem social que incorporava os princípios universais da mecânica newtoniana.

- a) No primeiro parágrafo, foram apresentadas duas características da estrutura social feudal que encontraram respaldo filosófico no pensamento aristotélico adotado pelo Tomismo. Liste duas características da estrutura social defendida pelo Iluminismo que poderiam ser respaldadas filosoficamente pelos princípios da mecânica newtoniana, apresentando as correspondentes associações.
- b) Usando a mecânica newtoniana, determine a que altitude, acima do equador, e com que valor de velocidade um corpo deve possuir para se tornar geoestacionário com órbita circular. Dê a resposta em quilômetros e km/s.

Dados (alterados para facilitar os cálculos):

Velocidade angular para a rotação da Terra =  $8,0 \times 10^{-5}$  rad/s

Constante da gravitação universal =  $6,4 \times 10^{-11}$  (no SI)

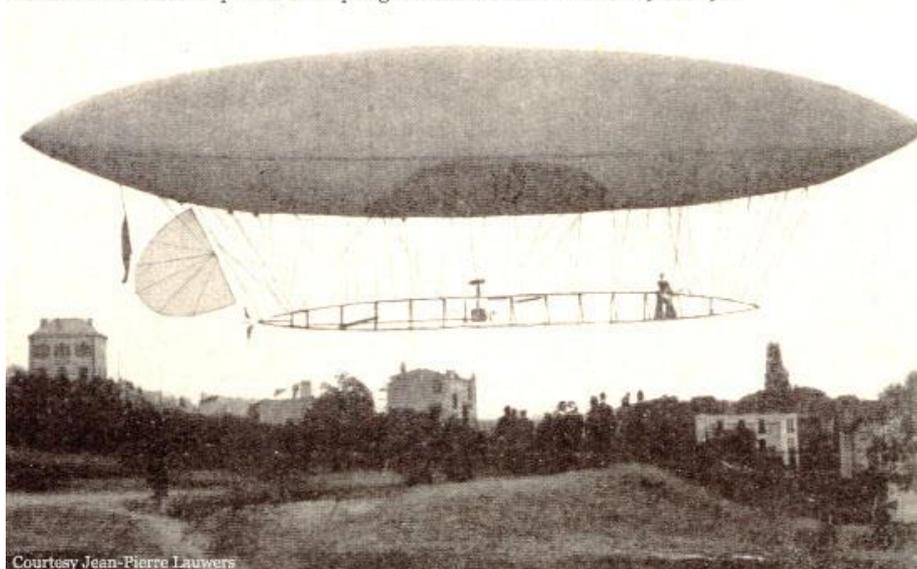
Massa da Terra =  $6,4 \times 10^{24}$  kg

Raio da Terra = 6.000 km

**D8.** Em 19 de outubro de 1901, o brasileiro Alberto Santos-Dumont venceu o prêmio Deutsch ao usar uma máquina voadora para sair do Parc de Saint-Cloud e retornar, contornando a Torre Eiffel, em menos de 30 min. Para isso, ele construiu um dirigível cujo envelope (balão) era preenchido com hidrogênio, um gás cujo peso era desprezível em comparação ao da estrutura do dirigível. O dirigível era movido por um motor conectado a uma hélice cuja potência útil máxima era 9 kW. Toda a estrutura, motor e o tecido do envelope tinham 680 kg. Os volumes da estrutura, do motor e do corpo de Santos-Dumont eram desprezíveis em relação ao do envelope.

Sabe-se que, ao se movimentar, o dirigível enfrentaria uma força de resistência  $R$  aplicada pelo ar cuja intensidade obedeceria a relação  $R = (1/3) \cdot A \cdot v^2$ , onde  $A$  é a área da seção transversal do dirigível e  $v$  é a sua velocidade. A hélice do dirigível impulsionava o ar apenas na direção longitudinal do envelope e um leme na parte traseira controlava o sentido do movimento horizontal. O movimento vertical era controlado pelo volume do envelope que poderia sofrer pequena variação a depender da quantidade de hidrogênio que fosse inserido.

Santos-Dumont airship No.6 attempting to claim Deutsch Prize on 19 Oct 1901



Fonte: [https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Santos-Dumont\\_No6.jpg](https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Santos-Dumont_No6.jpg)

Responda as perguntas abaixo para quando esse dirigível desenvolvesse um movimento horizontal e uniforme em um dia sem vento.

- Qual o volume do envelope?
- Qual a velocidade máxima desse dirigível?

Dados: Diâmetro da seção transversal do envelope na situação de equilíbrio dinâmico = 6,0 m  
massa de Santos-Dumont = 76 kg  
densidade do ar = 1,2 kg/m<sup>3</sup>  
use  $\pi = 3$ .

**D9.** Uma usina termelétrica a carvão é uma instalação que gera energia elétrica a partir da energia liberada pela queima de carvão mineral em um forno. Esta fonte de calor aquece uma caldeira com água, gerando vapor d'água a alta pressão, e o vapor move as pás da turbina do gerador. Um dos problemas ambientais possíveis decorrentes da operação com queima de carvão reside na liberação de poluentes no ar. Eles incluem mercúrio, chumbo, dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio, material particulado e vários outros metais pesados, possuindo diversos impactos na saúde humana. Estima-se que uma usina como esta produz 994 kg de dióxido de carbono, 4,71 kg de dióxido de enxofre, 1,95 kg de óxidos de nitrogênio e 1,01 kg de material particulado para cada 1 MWh de energia produzida.



Fontes: [http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas\\_par3\\_cap9.pdf](http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par3_cap9.pdf)

Bronicki, LY, editor. *Power stations using locally available energy sources: a volume in the encyclopedia of sustainability science and technology series*, 2ed., Springer, New York, 2018.

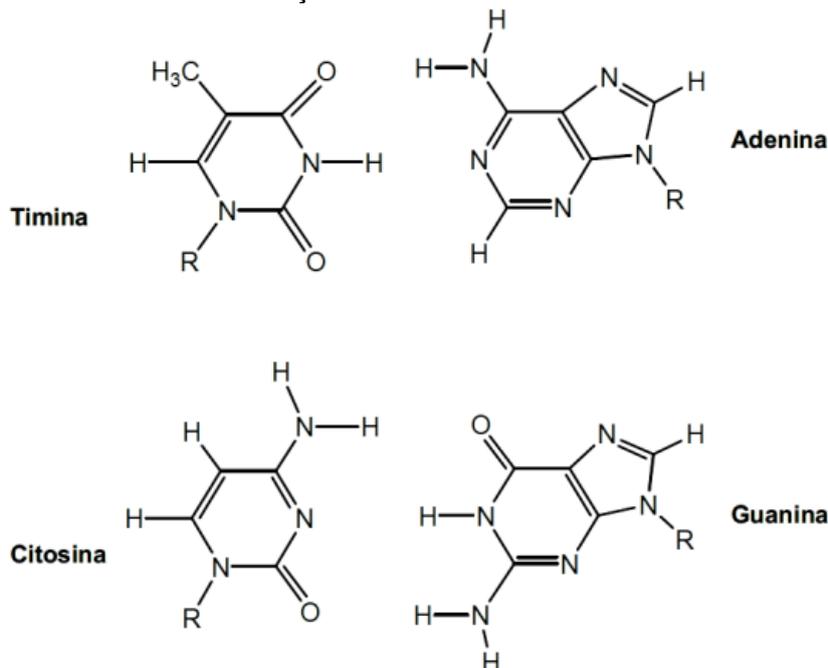
A remoção do dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) dos gases emitidos pelas usinas termelétricas a carvão é realizada pela lavagem com suspensões de carbonato de cálcio (reação 1) e de hidróxido de cálcio (reação 2), ambas na presença de oxigênio com a formação de gesso (sulfato de cálcio diidratado). Dados, massas molares em g/mol: C = 12, H = 1, O = 16, Ca = 40, S = 32

a) Escreva as reações de formação de gesso, citadas no texto acima (por simplicidade, sua resposta pode omitir as fases de agregação das espécies).

b) Para cada MWh de energia, uma usina com as características mostradas no texto acima, produz quantos kg de gesso, admitindo um rendimento de 95% nas conversões?

c) As emissões de óxidos de enxofre e de óxidos de nitrogênio provocam um fenômeno atmosférico que pode levar a problemas ambientais e danos à saúde dos seres vivos. Este fenômeno envolve reações de combinação entre os óxidos citados e a água no ar (por exemplo,  $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$ ) que precipitam em determinados locais. Qual o fenômeno a que esta passagem se refere? Escreva a reação entre o pentóxido de dinitrogênio e a água.

**D10.** As propriedades do DNA estão diretamente ligadas à sua estrutura em dupla fita, composta por sequências de nucleotídeos que estão unidos devido à complementaridade entre as bases orgânicas que interagem. No DNA, há dois tipos de pares de bases: Timina - Adenina (T-A) e Guanina - Citosina (G-C). A figura abaixo mostra os pares de bases, observados no plano, mas que mesmo assim demonstra bem as interações formadas.

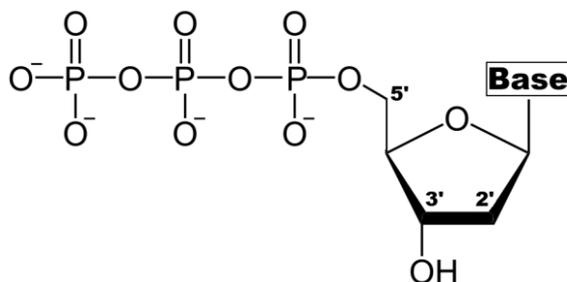


Fonte: equipe ONC.

a) Qual o tipo de interação intermolecular existe na formação dos pares de bases? Quantas deste tipo de interação ocorrem ao mesmo tempo em cada par?

b) Os quatro 2'-desoxi-nucleosídeos trifosfatados utilizados pela enzima DNA polimerase para a síntese ou replicação do DNA são reunidos na tabela abaixo. Adicionalmente, a figura abaixo ilustra a estrutura destes nucleosídeos, onde é possível identificar a parte da molécula em que as bases orgânicas estão ligadas.

2'-desoxi-nucleosídeo	Nome	Massa molar (g/mol)
dATP	trifosfato de desoxiadenosina	487,14
dTTP	trifosfato de desoxitimidina	478,13
dGTP	trifosfato de desoxiguanosina	503,14
dCTP	trifosfato de desoxicitidina	463,12



Fonte: equipe ONC.

A DNA polimerase une o grupo fosfato ligado ao carbono 5' do anel de um nucleosídeo ao oxigênio ligado ao carbono 3' no anel de outro nucleosídeo. Assim há a liberação de um grupo  $\text{HP}_2\text{O}_7^{3-}$  (massa molar 175 g/mol). Qual a massa molar de uma dupla fita de DNA com 5000 pares de bases uniformemente distribuídos? Dica: use a massa molar média entre os quatro nucleosídeos trifosfatados e perceba que são 10000 blocos formando 5000 pares.