



VESTIBULAR 2006

Nome do candidato

Número da carteira

**ÁREA DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**  
**PROVA DE CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS**

**CADERNO DE QUESTÕES**

**INSTRUÇÕES**

1. Dobrar este caderno ao meio e cortá-lo na parte superior.
2. Preencher com seu nome e número da carteira os espaços indicados nesta página.
3. Assinar com caneta de tinta azul ou preta a capa do seu Caderno de Respostas, no local indicado.
4. Esta prova contém 25 questões e terá duração de 4 horas.
5. O candidato somente poderá entregar o Caderno de Respostas e sair do prédio depois de transcorridas 2 horas, contadas a partir do início da prova.
6. Ao sair, o candidato levará este caderno e o caderno de questões da Prova de Conhecimentos Gerais.



## BIOLOGIA

**01.** A placenta desempenha várias funções no organismo humano, entre elas a de transporte de substâncias.

- Cite duas substâncias que são transportadas do feto para o organismo da mãe e duas que são transportadas do organismo da mãe para o feto, considerando, neste último caso, apenas substâncias que podem causar prejuízos ao feto.
- Além da função de troca de materiais entre o feto e o organismo materno, cite outras duas funções da placenta.

**02.** Considere os seguintes exemplos de orientação e comunicação em diferentes grupos de animais.

- Os machos de vagalumes, ativos durante a noite, são capazes de localizar suas fêmeas pousadas na vegetação por meio de flashes de luz emitidos por elas.
- Machos da mariposa do bicho-da-seda podem perceber a presença de uma fêmea que esteja emitindo feromônios a alguns quilômetros de distância e se orientar até ela.
- Peixes são capazes de perceber a aproximação de um outro organismo pelas vibrações que estes provocam no meio.
- Cascavéis, também ativas durante a noite, possuem órgãos sensoriais altamente sensíveis ao calor emitido por um organismo endotérmico.
- Cascavéis projetam constantemente sua língua para fora e para dentro da boca. A língua entra em contato com um órgão situado no teto da boca e o animal obtém então informações sobre o ambiente.

- Identifique em cada exemplo se o estímulo percebido pelos diferentes animais, para sua orientação e comunicação, é de natureza física ou química.
- Que órgãos são responsáveis pela percepção do estímulo nos exemplos II, III e IV, respectivamente? Identifique pelo menos dois casos entre os cinco exemplos citados em que a percepção do estímulo pode estar relacionada com a captura de presas.

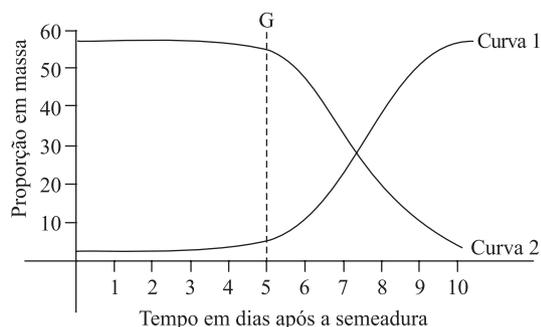
**03.** Analise as seguintes informações.

I. A renovação dos tecidos requer um controle complexo para coordenar o comportamento de células individuais e as necessidades do organismo como um todo. As células devem dividir-se e conter a divisão, sobreviver e morrer, manter uma especialização característica apropriada e ocupar o lugar apropriado, sempre de acordo com as necessidades do organismo. Sabe-se que essas funções são geneticamente controladas.

II. Em 2001 a indústria Shell do Brasil S.A. foi responsabilizada pela contaminação das áreas em torno de sua fábrica de agrotóxicos em Paulínia, SP, com resíduos de Endrin, Dieldrin e Aldrin. Um aumento significativo no número de casos de câncer na região tem sido associado à exposição dos moradores a essas substâncias.

- Que relações podem ser estabelecidas entre as informações I e II? Inclua na sua resposta os conceitos de “mutação gênica”, “agentes mutagênicos”, “descontrole dos mecanismos de divisão celular” e “câncer”.
- Dê exemplos de um agente de natureza física e de um agente de natureza biológica que podem aumentar a taxa de mutações gênicas, aumentando assim a probabilidade de desenvolvimento de câncer.

**04.** A figura mostra a variação observada na proporção de massa (em relação à massa total) do embrião e do endosperma de uma semente após a semeadura.



Sabendo que a germinação (G) ocorreu no quinto dia após a semeadura:

- identifique, entre as curvas 1 e 2, aquela que deve corresponder à variação na proporção de massa do embrião e aquela que deve corresponder à variação na proporção de massa do endosperma. Justifique sua resposta.
- Copie a figura no caderno de respostas e trace nela uma linha que mostre a tendência da variação na quantidade de água da semente, desde a semeadura até a germinação.

05. Analise o quadro.

CIENTISTA	NATUREZA DOS ESTUDOS DESENVOLVIDOS	COMENTÁRIOS
Carl Linéu (Lineu) (1707–1778)	Propôs um modelo para a classificação biológica moderna baseado nas semelhanças e diferenças entre estruturas dos seres vivos.	A proposta de classificação de Lineu foi logo deixada de lado pelos biólogos, uma vez que hoje a espécie é tomada como ponto de partida para classificação.
Robert Koch (1843–1910)	Koch tornou-se muito conhecido pelos seus trabalhos sobre origem da vida, defendendo a geração espontânea.	Suas pesquisas na área da medicina levaram-no à descoberta do bacilo da tuberculose.
Gregor Mendel (1822–1884)	Seus trabalhos sobre a transmissão de características hereditárias não foram valorizados de imediato pela comunidade científica, logo após a sua publicação.	As descobertas de Mendel forneceram elementos importantes para a formulação das teorias neo-darwinistas sobre o processo evolutivo.
Charles Darwin (1809–1882)	Publicou o livro “A Origem das Espécies”, no qual propõe um mecanismo consistente para explicar o processo evolutivo.	Os estudos de Mendel foram decisivos para que Darwin elaborasse a teoria da evolução e sugerisse como se dá o processo de seleção natural.
James Watson (1928–)	Juntamente com Francis Crick (1916–2004) inventou uma técnica que permitiu manipular a molécula de DNA, iniciando assim a era da engenharia genética.	Seus trabalhos fundaram as bases da biologia molecular e sem suas propostas revolucionárias não seriam possíveis os testes de paternidade, os estudos sobre os genomas, os transgênicos e a clonagem.

- a) Selecione, entre os cientistas citados no quadro, um, para o qual a descrição da natureza dos estudos desenvolvidos, apresentada na segunda coluna, esteja correta, e outro, cuja descrição da natureza dos estudos desenvolvidos esteja errada. Neste último caso, justifique por que a descrição está errada.
- b) Considerando os dois cientistas escolhidos em (a), responda se os comentários apresentados na terceira coluna, sobre os estudos que eles desenvolveram, condizem com a realidade. Justifique sua resposta.

06. Leia os seguintes fragmentos de textos:

1. *Edward Jenner, um médico inglês, observou no final do século XVIII que um número expressivo de pessoas mostrava-se imune à varíola. Todas eram ordenhadoras e tinham se contaminado com “cowpox”, uma doença do gado semelhante à varíola pela formação de pústulas, mas que não causava a morte dos animais. Após uma série de experiências, constatou que estes indivíduos mantinham-se refratários à varíola, mesmo quando inoculados com o vírus.* (www.bio.fiocruz.br)

2. *A 6 de julho de 1885, chegava ao laboratório de Louis Pasteur um menino alsaciano de nove anos, Joseph Meister, que havia sido mordido por um cão raivoso. Pasteur, que vinha desenvolvendo pesquisas na atenuação do vírus da raiva, injetou na criança material proveniente de medula de um coelho infectado. Ao todo, foram 13 inoculações, cada uma com material mais virulento. Meister não chegou a contrair a doença.*

(www.bio.fiocruz.br)

- a) Qual dos fragmentos, 1 ou 2, refere-se a processos de imunização passiva? Justifique sua resposta.
- b) Que tipos de produtos (medicamentos) puderam ser produzidos a partir das experiências relatadas, respectivamente, nos fragmentos de textos 1 e 2? Que relação existe entre o fenômeno observado no relato 1 e as chamadas células de memória?

07. Observe as ilustrações.



O quadro “O Triunfo da Morte” (1562), do pintor belga Pieter Brueghel (1525–1569), retrata o horror de uma epidemia na Idade Média. Essa mesma doença causou uma epidemia, embora de menor proporção, no início do século XX na cidade do Rio de Janeiro. A charge faz referência à campanha de combate a essa doença, coordenada pelo médico sanitarista Osvaldo Cruz.

- a) A que epidemia essas duas ilustrações se referem? A charge que traz a caricatura de Osvaldo Cruz faz ainda referência a uma outra doença que assolou o Rio de Janeiro no início do século passado, também combatida por esse médico sanitarista. Que doença é essa?
- b) *Nos bairros populares ponho vários “homens da corneta” para comprar ratos mortos a 300 réis a cabeça.* Ao controle de qual das duas doenças esta frase se relaciona? Explique por quê.

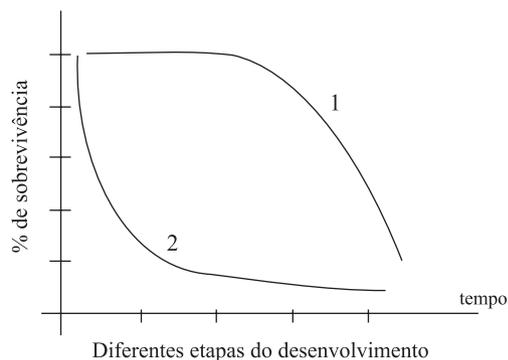
08. Na busca por uma maior produção de grãos, agrônomos selecionaram artificialmente uma variedade de trigo que produzia 80% mais grãos que as variedades até então cultivadas. Essa variedade apresentava caule mais curto, de modo que a maior parte do nitrogênio fornecido na forma de adubo era utilizada pela planta para a produção de grãos. Em pouco tempo os agricultores de uma determinada região abandonaram as variedades antigas e passaram a plantar apenas sementes dessa nova variedade. No entanto, não se sabia que a nova variedade era muito sensível às flutuações climáticas, especialmente a altas temperaturas.

- a) Estabeleça relações entre a possível consequência da seleção de uma única variedade para plantio sobre a diversidade genética do trigo cultivado naquela região e sobre a capacidade do trigo de responder às alterações ambientais.
- b) O aumento da concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera está relacionado a um fenômeno global que vem preocupando a comunidade científica e a sociedade em geral nos últimos tempos. Comente os possíveis efeitos dessa alteração global sobre a produção de grãos da variedade de trigo mencionada. Qual a importância da manutenção de banco de genes?

09. A tabela apresenta dados referentes à sobrevivência de uma determinada espécie de peixe em diferentes estágios do desenvolvimento.

ESTÁGIO DE DESENVOLVIMENTO	NÚMERO
Ovos postos por uma fêmea	3 200
Alevinos (formas jovens originadas desses ovos)	640
Alevinos que chegam à fase de jovens adultos	64
Adultos que chegam à idade reprodutiva	2

O gráfico representa dois modelos de curva de sobrevivência.



- a) Qual das linhas do gráfico, 1 ou 2, melhor representa a curva de sobrevivência para a espécie de peixe considerada na tabela? Justifique sua resposta.
  - b) Qual a porcentagem total de mortalidade pré-reprodutiva (indivíduos que morrem antes de chegar à idade reprodutiva, considerando todas as fases de desenvolvimento) para essa espécie? Para que a espécie mantenha populações estáveis, ou seja, com aproximadamente o mesmo tamanho, ano após ano, sua taxa reprodutiva deve ser alta ou baixa? Justifique sua resposta.
10. Nas cheias, quando os rios do Pantanal naturalmente transbordam, a vegetação herbácea das áreas inundadas morre e é transformada em detritos que vão alimentar uma grande quantidade de peixes e invertebrados. Nas secas, quando o rio volta ao seu leito, o solo é fertilizado pelos nutrientes originados principalmente dessa vegetação morta. Um artigo publicado no jornal *Folha de S.Paulo* de 09.08.2005 relata que uma área de aproximadamente 5 000 km<sup>2</sup> no Pantanal foi transformada em trechos de alagamento permanente na região de planície, onde o rio Taquari encontra as águas do rio Paraguai, prejudicando esse processo natural de cheias e secas. Nesse artigo afirma-se que o processo que acabou ocasionando essa inundação foi acelerado na década de 1970, quando o governo incentivou a ocupação das áreas de cerrado em torno do Pantanal, na região de planaltos, onde estão as nascentes do rio Taquari, para o desenvolvimento da agricultura e da pecuária.
- a) Qual o nome do processo responsável pela transformação gradual da vegetação morta em detritos e posteriormente em nutrientes minerais que fertilizam os solos? Cite dois grupos de microrganismos que participam desse processo.
  - b) Considere os seguintes fatores: assoreamento, desmatamento das áreas de cerrado para expansão das fronteiras agrícolas, transbordamento do rio e erosão. Ordene esses fatores, descrevendo sucintamente a provável seqüência de eventos que acabou por provocar o alagamento permanente relatado no artigo. Cite uma consequência imediata para a economia da região causada pela inundação permanente de uma área tão extensa de pantanal.

## QUÍMICA

11. Estima-se que a quantidade de metanol capaz de provocar a morte de um ser humano adulto é de cerca de 48 g. O adoçante aspartame ( $M_{\text{aspartame}} = 294 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ) pode, sob certas condições, reagir produzindo metanol ( $M_{\text{metanol}} = 32 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ), ácido aspártico ( $M_{\text{ácido aspártico}} = 133 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ) e fenilalanina, segundo a equação apresentada a seguir:



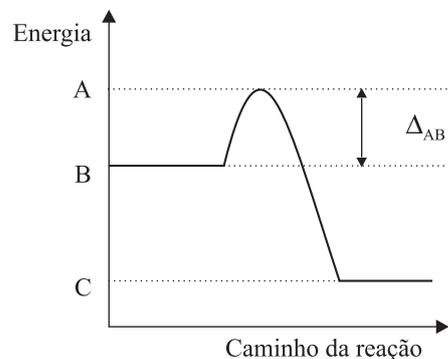
- a) Identifique o reagente X na equação química apresentada e calcule a massa molar da fenilalanina. (Dadas as massas molares, em  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ : H = 1; C = 12; N = 14; O = 16.)
- b) Havendo cerca de 200 mg de aspartame em uma lata de refrigerante *light*, calcule a quantidade mínima de latas desse refrigerante necessária para colocar em risco a vida de um ser humano adulto. (Suponha que todo o aspartame contido no refrigerante será decomposto para a produção do metanol.)
12. O cloro (grupo 17 da classificação periódica) é um gás irritante e sufocante. Misturado à água, reage produzindo os ácidos clorídrico e hipocloroso – que age como desinfetante, destruindo ou inativando os microorganismos.

- a) Identifique os reagentes e os produtos desta reação e forneça suas fórmulas químicas.
- b) A água de lavadeira é uma solução aquosa de hipoclorito e o ácido muriático é uma solução concentrada de ácido clorídrico. Ambos podem ser utilizados separadamente na limpeza de alguns tipos de piso. Explique a inconveniência, para a pessoa que faz a limpeza, de utilizar uma mistura destes dois produtos.

13. Durante a produção de cachaça em alambiques de cobre, é formada uma substância esverdeada nas paredes, chamada de azinhavre [ $\text{CuCO}_3\cdot\text{Cu}(\text{OH})_2$ ], resultante da oxidação desse metal. Para limpeza do sistema, é colocada uma solução aquosa de caldo de limão que, por sua natureza ácida, contribui para a decomposição do azinhavre.

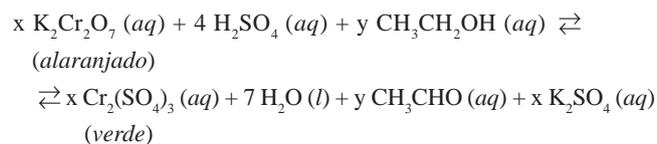
- a) Escreva a equação química para a reação do azinhavre com um ácido fraco, HA, em solução aquosa.
- b) Considerando soluções aquosas de carbonato de sódio, de cloreto de sódio e de hidróxido de sódio, alguma delas teria o mesmo efeito sobre o azinhavre? Por quê?

14. A oxidação da glicose no nosso organismo, levando a dióxido de carbono e água, é um processo bioquímico. O perfil energético dessa reação pode ser representado esquematicamente pelo gráfico:



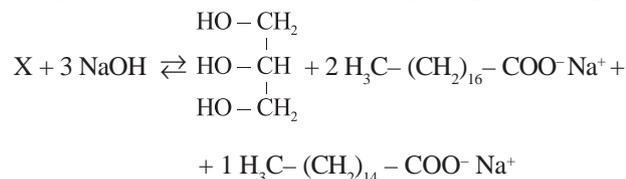
- a) O que se pode afirmar sobre a entalpia desta reação? Qual o significado de  $\Delta_{AB}$ ?
- b) Compare a oxidação da glicose em nosso organismo, até  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ , com a sua combustão completa, feita num frasco de laboratório. Pode-se afirmar que este último processo envolve maior quantidade de energia? Justifique sua resposta.

15. Uma das maneiras de verificar se um motorista está ou não embriagado é utilizar os chamados bafômetros portáteis. A equação envolvida na determinação de etanol no hálito do motorista está representada a seguir.



- a) Considerando os reagentes, escreva a fórmula química e o nome do agente redutor.
- b) Calcule a variação do número de oxidação do crômio e forneça os valores para os coeficientes x e y na equação apresentada.

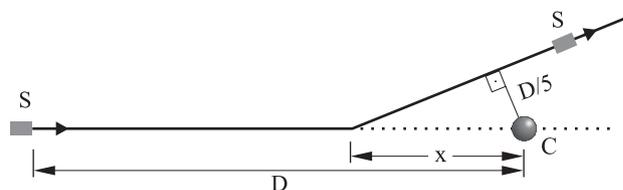
16. O biodiesel começa a ser empregado na matriz energética brasileira, sendo adicionado em pequena quantidade ao diesel obtido do petróleo. O biodiesel é um composto que pode ser obtido da reação de um óleo vegetal com NaOH e posterior reação com o etanol. Considere a reação seguinte e responda.



- a) Qual o nome da reação do óleo vegetal com o NaOH? Escreva a estrutura do óleo utilizado (composto X), sabendo-se que ele não apresenta isomeria óptica.
- b) Qual a função formada da ligação entre o etanol e o ácido esteárico ( $\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_{16}-\text{COOH}$ )? Desenhe a estrutura do composto formado.

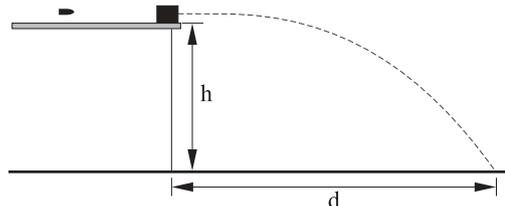
## FÍSICA

17. A missão *Deep Impact*, concluída com sucesso em julho, consistiu em enviar uma sonda ao cometa Tempel, para investigar a composição do seu núcleo. Considere uma missão semelhante, na qual uma sonda espacial S, percorrendo uma trajetória retilínea, aproxima-se do núcleo de um cometa C, com velocidade  $v$  constante relativamente ao cometa. Quando se encontra à distância  $D$  do cometa, a sonda lança um projétil rumo ao seu núcleo, também em linha reta e com velocidade constante  $\frac{3v}{2}$ , relativamente ao cometa. No instante em que o projétil atinge seu alvo, a sonda assume nova trajetória retilínea, com a mesma velocidade  $v$ , desviando-se do cometa. A aproximação máxima da sonda com o cometa ocorre quando a distância entre eles é  $\frac{D}{5}$ , como esquematizado na figura.



Desprezando efeitos gravitacionais do cometa sobre a sonda e o projétil, calcule

- a distância  $x$  da sonda em relação ao núcleo do cometa, no instante em que o projétil atinge o cometa. Apresente a sua resposta em função de  $D$ .
  - o instante, medido a partir do lançamento do projétil, em que ocorre a máxima aproximação entre a sonda e o cometa. Dê a resposta em função de  $D$  e  $v$ .
18. Para determinar a velocidade de um projétil, um perito, devidamente autorizado, toma um pequeno bloco de madeira, com massa de 480 g e o coloca em repouso na borda de um balcão horizontal de altura  $h = 1,25$  m. A seguir, dispara o projétil, de massa 20 g, paralelamente ao balcão. O projétil penetra no bloco, lançando-o ao solo, a uma distância  $d = 5,0$  m da borda do balcão, como ilustrado na figura.



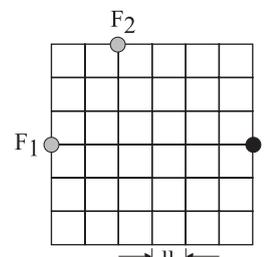
Considerando  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e desprezando os efeitos de atrito com o ar e o movimento de rotação do projétil e do bloco, calcule

- a velocidade com que o bloco deixa o balcão.
- a velocidade do projétil obtida pelo perito.

19. Um aquecedor elétrico fechado contém inicialmente 1 kg de água a temperatura de  $25^\circ\text{C}$  e é capaz de fornecer 300 cal a cada segundo. Desconsiderando perdas de calor, e adotando  $1 \text{ cal/(g}^\circ\text{C)}$  para o calor específico da água e  $540 \text{ cal/g}$  para o calor latente, calcule

- o tempo necessário para aquecer a água até o momento em que ela começa a evaporar.
- a massa do vapor formado, decorridos 520 s a partir do instante em que o aquecedor foi ligado.

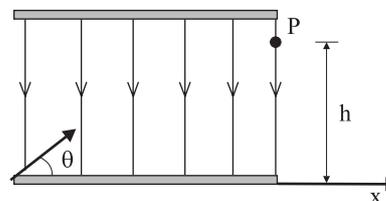
20. Duas fontes,  $F_1$  e  $F_2$ , estão emitindo sons de mesma frequência. Elas estão posicionadas conforme ilustrado na figura, onde se apresenta um reticulado cuja unidade de comprimento é dada por  $u = 6,0$  m.



No ponto P ocorre interferência construtiva entre as ondas e é um ponto onde ocorre um máximo de intensidade. Considerando que a velocidade do som no ar é  $340 \text{ m/s}$  e que as ondas são emitidas sempre em fase pelas fontes  $F_1$  e  $F_2$ , calcule

- o maior comprimento de onda dentre os que interferem construtivamente em P.
- as duas menores frequências para as quais ocorre interferência construtiva em P.

21. Um feixe de partículas eletricamente carregadas precisa ser desviado utilizando-se um capacitor como o mostrado na figura. Cada partícula deve entrar na região do capacitor com energia cinética  $K$ , em uma direção cuja inclinação  $\theta$ , em relação à direção  $x$ , é desconhecida inicialmente, e passar pelo ponto de saída P com velocidade paralela à direção  $x$ . Um campo elétrico uniforme e perpendicular às placas do capacitor deve controlar a trajetória das partículas.



Se a energia cinética de cada partícula no ponto P for  $K/4$ , a sua carga for  $Q$  e desprezando o efeito da gravidade, calcule

- o ângulo  $\theta$ .
- o campo elétrico que deve ser aplicado para desviar o feixe conforme requerido, em termos de  $Q$ ,  $h$  e  $K$ .

Dados:	$\theta$	$\text{sen } \theta$	$\text{cos } \theta$	$\text{tg } \theta$
	$30^\circ$	$1/2$	$\sqrt{3}/2$	$\sqrt{3}/3$
	$45^\circ$	$\sqrt{2}/2$	$\sqrt{2}/2$	$1$
	$60^\circ$	$\sqrt{3}/2$	$1/2$	$\sqrt{3}$

## MATEMÁTICA

22. Um laboratório farmacêutico tem dois depósitos,  $D_1$  e  $D_2$ . Para atender a uma encomenda, deve enviar 30 caixas iguais contendo um determinado medicamento à drogaria A e 40 caixas do mesmo tipo e do mesmo medicamento à drogaria B. Os gastos com transporte, por cada caixa de medicamento, de cada depósito para cada uma das drogarias, estão indicados na tabela.

	A	B
$D_1$	R\$ 10,00	R\$ 14,00
$D_2$	R\$ 12,00	R\$ 15,00

Seja  $x$  a quantidade de caixas do medicamento, do depósito  $D_1$ , que deverá ser enviada à drogaria A e  $y$  a quantidade de caixas do mesmo depósito que deverá ser enviada à drogaria B.

- a) Expressar:
- em função de  $x$ , o gasto  $G_A$  com transporte para enviar os medicamentos à drogaria A;
  - em função de  $y$ , o gasto  $G_B$  com transporte para enviar os medicamentos à drogaria B;
  - em função de  $x$  e  $y$ , o gasto total  $G$  para atender as duas drogarias.
- b) Sabe-se que no depósito  $D_1$  existem exatamente 40 caixas do medicamento solicitado e que o gasto total  $G$  para se atender a encomenda deverá ser de R\$ 890,00, que é o gasto mínimo nas condições dadas. Com base nisso, determine, separadamente, as quantidades de caixas de medicamentos que sairão de cada depósito,  $D_1$  e  $D_2$ , para cada drogaria, A e B, e os gastos  $G_A$  e  $G_B$ .

23. O sangue humano está classificado em quatro grupos distintos: A, B, AB e O. Além disso, o sangue de uma pessoa pode possuir, ou não, o fator Rhésus. Se o sangue de uma pessoa possui esse fator, diz-se que a pessoa pertence ao grupo sanguíneo Rhésus positivo ( $Rh^+$ ) e, se não possui esse fator, diz-se Rhésus negativo ( $Rh^-$ ). Numa pesquisa, 1 000 pessoas foram classificadas, segundo grupo sanguíneo e respectivo fator Rhésus, de acordo com a tabela

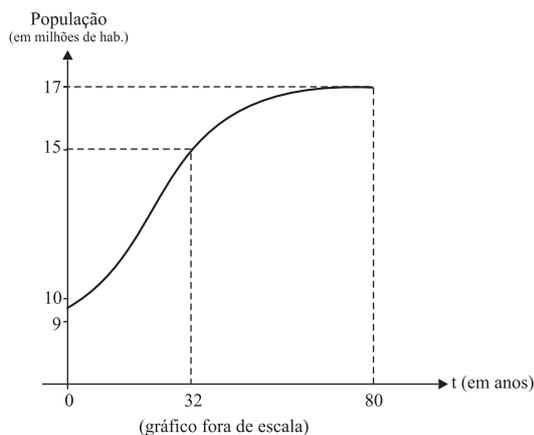
	A	B	AB	O
$Rh^+$	390	60	50	350
$Rh^-$	70	20	10	50

Dentre as 1000 pessoas pesquisadas, escolhida uma ao acaso, determine

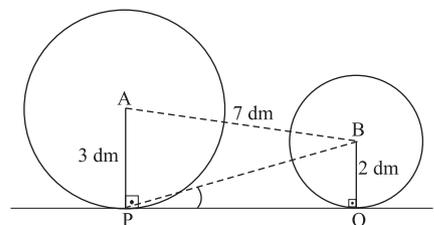
- a) a probabilidade de seu grupo sanguíneo *não* ser A. Determine também a probabilidade de seu grupo sanguíneo ser B ou  $Rh^+$ .
- b) a probabilidade de seu grupo sanguíneo ser AB e  $Rh^-$ . Determine também a probabilidade condicional de ser AB ou O, sabendo-se que a pessoa escolhida é  $Rh^-$ .

24. A função  $p(t) = 9 + \frac{8}{1 + 12 \times 3^{-(0,1)t}}$  expressa, em função

do tempo  $t$  (em anos), aproximadamente, a população, em milhões de habitantes, de um pequeno país, a partir de 1950 ( $t = 0$ ). Um esboço do gráfico dessa função, para  $0 \leq t \leq 80$ , é dado na figura.



- a) De acordo com esse modelo matemático, calcule em que ano a população atingiu 12 milhões de habitantes. (Use as aproximações  $\log_3 2 = 0,6$  e  $\log_3 5 = 1,4$ .)
- b) Determine aproximadamente quantos habitantes tinha o país em 1950. Com base no gráfico, para  $0 \leq t \leq 80$ , admitindo que  $p(80) = 17$ , dê o conjunto solução da inequação  $p(t) \geq 15$  e responda, justificando sua resposta, para quais valores de  $k$  a equação  $p(t) = k$  tem soluções reais.
25. Paulo fabricou uma bicicleta, tendo rodas de tamanhos distintos, com o raio da roda maior (dianteira) medindo 3 dm, o raio da roda menor medindo 2 dm e a distância entre os centros A e B das rodas sendo 7 dm. As rodas da bicicleta, ao serem apoiadas no solo horizontal, podem ser representadas no plano (desprezando-se os pneus) como duas circunferências, de centros A e B, que tangenciam a reta  $r$  nos pontos P e Q, como indicado na figura.



- a) Determine a distância entre os pontos de tangência P e Q e o valor do seno do ângulo  $\widehat{BPQ}$ .
- b) Quando a bicicleta avança, supondo que não haja deslizamento, se os raios da roda maior descrevem um ângulo de  $60^\circ$ , determine a medida, em graus, do ângulo descrito pelos raios da roda menor. Calcule, também, quantas voltas terá dado a roda menor quando a maior tiver rodado 80 voltas.