



Enzimas

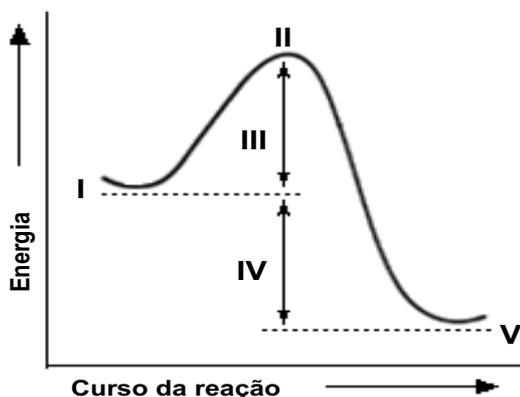
01 - (Fuvest) Leia o texto a seguir, escrito por Jöns Jacob Berzelius em 1828.

“Existem razões para supor que, nos animais e nas plantas, ocorrem milhares de processos catalíticos nos líquidos do corpo e nos tecidos. Tudo indica que, no futuro, descobriremos que a capacidade de os organismos vivos produzirem os mais variados tipos de compostos químicos reside no poder catalítico de seus tecidos.”

A previsão de Berzelius estava correta, e hoje sabemos que o “poder catalítico” mencionado no texto deve-se

- a) aos ácidos nucleicos.
- b) aos carboidratos.
- c) aos lipídios.
- d) às proteínas.
- e) às vitaminas.

02 - (Ufv) O gráfico abaixo representa o perfil básico da reação bioquímica de uma catálise enzimática.



Observe o gráfico e assinale a afirmativa INCORRETA:

- a) III representa a energia de ativação para desencadear a reação.
- b) II representa o estado de transição, com o máximo de energia.
- c) V pode ser um produto final da reação enzimática.
- d) I pode ser representado pelos substratos da catálise.
- e) IV representa a diferença de energia entre a enzima e o produto.

03 - (Enem) Há processos industriais que envolvem reações químicas na obtenção de diversos produtos ou bens consumidos pelo homem. Determinadas etapas de obtenção desses produtos empregam catalisadores químicos tradicionais, que têm sido, na medida do possível, substituídos por enzimas. Em processos industriais, uma das vantagens de se substituírem os catalisadores químicos tradicionais por enzimas decorre do fato de estas serem

- a) consumidas durante o processo.
- b) compostos orgânicos e biodegradáveis.
- c) inespecíficas para os substratos.
- d) estáveis em variações de temperatura.
- e) substratos nas reações químicas.

04 - (Uece) As enzimas atuam nas diversas reações do metabolismo celular. Sobre esses catalisadores fantásticos, é correto afirmar-se que

- a) são extremamente eficientes, capazes de atuar em qualquer substrato, pois são moléculas pouco específicas.
- b) após participarem das reações, não podem ser reutilizadas, pois fazem parte do produto final obtido.
- c) o poder catalítico de uma enzima relaciona a velocidade das reações com a energia desprendida para que elas aconteçam.
- d) são eficientes, pois sempre aumentam a energia das reações biológicas.

05 - (Unifor) Considere as frases abaixo, referentes às enzimas.

- I. Aumentam a velocidade das reações.
- II. São específicas, cada uma atuando sobre um determinado substrato.
- III. Apresentam alteração em sua composição química após a reação.
- IV. Participam somente uma vez de um certo tipo de reação.

Somente são corretas

- a) I e II.
- b) I e III.
- c) II e III.
- d) II e IV.
- e) III e IV.

06 - (UFRN)



NÍQUEL NÁUSEA – Fernando Gonsales; Folha de São Paulo, 08.10.2001.

Para digerir o alimento normalmente obtido na boca do jacaré, a ave necessitará principalmente de

- a) endonucleases.
- b) glicosidases.
- c) peptidases.
- d) lipases.

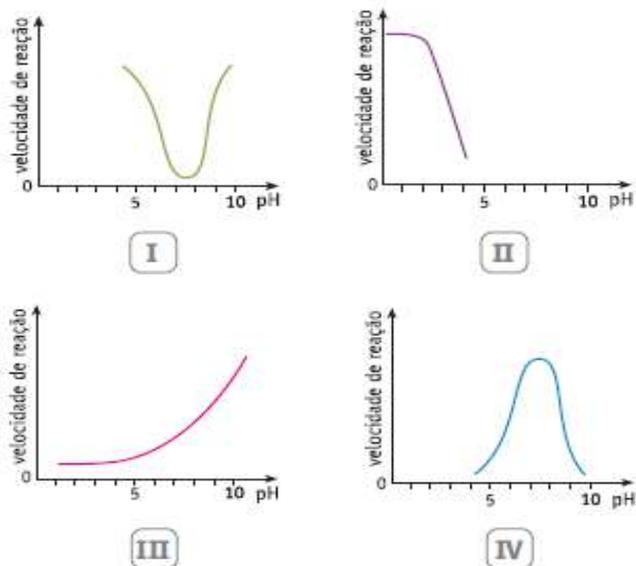
07 - (Unit) Com base nos conhecimentos sobre as reações realizadas com o auxílio de catalisadores, considere as proposições apresentadas e identifique com V as que forem verdadeiras e com F, as falsas.

- () A velocidade das reações químicas celulares catalisadas por enzimas aumenta até certo ponto com a elevação da temperatura.
- () Todas as enzimas possuem a mesma temperatura ótima, na qual a velocidade da reação é máxima, permitindo o maior número possível de colisões moleculares, sem desnaturar a enzima.
- () Cada enzima tem um pH ótimo, no qual a sua atividade é máxima, variando para a maioria das enzimas um pH entre 6 e 8.
- () A atividade enzimática pode alcançar um máximo quando se aumenta a concentração do substrato, isso caso se conservem constantes as demais condições.

A alternativa que contém a sequência correta, de cima para baixo, é a

- a) FVVF.
- b) FVFV.
- c) VFFV.
- d) VFVV.
- e) FVVV.

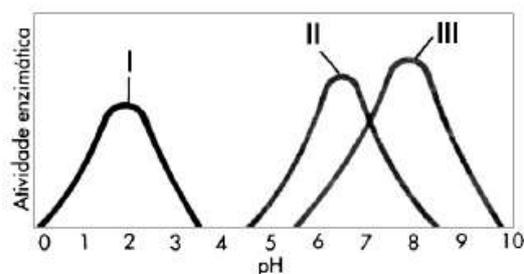
08 - (UERJ) A sacarose é uma importante fonte de glicídios alimentares. Durante o processo digestivo, sua hidrólise é catalisada pela enzima sacarase ou invertase. Em um laboratório, essa hidrólise foi feita por aquecimento, em presença de HCl. As variações da velocidade de reação da hidrólise da sacarose em função do pH do meio estão mostradas em dois dos gráficos abaixo.



Aqueles que representam a hidrólise catalisada pela enzima e pelo HCl são, respectivamente, os números:

- a) I e II.
- b) I e III.
- c) IV e II.
- d) IV e III.

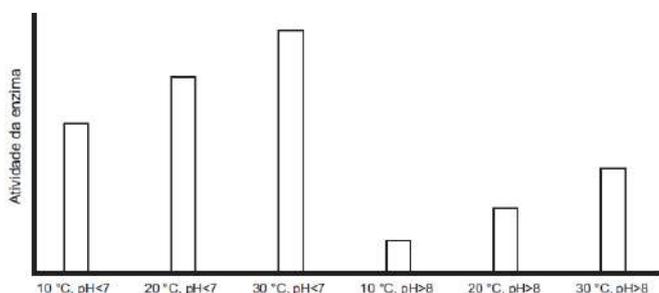
09 - (Ufv) Embora as atividades das enzimas ptialina, pepsina e tripsina sejam bem caracterizadas nos seus respectivos pH fisiológicos em seres humanos, o gráfico abaixo demonstra estas atividades com as variações de amplitude de pH quando realizadas in vitro.



Observe o gráfico e assinale a afirmativa correta:

- a) A pepsina é representada por II; a sua atuação ocorre tanto em pH ácido quanto em neutro.
 b) A ptialina é representada por I; a sua atividade é maior em pH mais alcalino.
 c) A tripsina é representada por III; a sua atividade pode ocorrer do pH ácido ao alcalino.
 d) As enzimas I e III atuam sobre carboidratos, embora suas atividades ocorram em pH diferentes.
 e) As enzimas II e III não apresentam atividades na digestão de seus substratos em pH neutro.

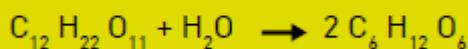
10 - (Enem) Sabendo-se que as enzimas podem ter sua atividade regulada por diferentes condições de temperatura e pH, foi realizado um experimento para testar as condições ótimas para a atividade de uma determinada enzima. Os resultados estão apresentados no gráfico:



Em relação ao funcionamento da enzima, os resultados obtidos indicam que o(a)

- a) aumento do pH leva a uma atividade maior da enzima.
 b) temperatura baixa (10°C) é o principal inibidor da enzima.
 c) ambiente básico reduz a quantidade de enzima necessária na reação.
 d) ambiente básico reduz a quantidade de substrato metabolizado pela enzima.
 e) temperatura ótima de funcionamento da enzima é 30°C, independentemente do pH.

11 - (Uerj) A equação química abaixo representa a hidrólise de alguns dissacarídeos presentes em importantes fontes alimentares:



A tabela a seguir relaciona os resultados da velocidade inicial de reação dessa hidrólise, em função da concentração e da temperatura, obtidos em quatro experimentos, sob as seguintes condições:

- soluções de um desses dissacarídeos foram incubadas com quantidades iguais ora de suco gástrico, ora de suco intestinal rico em enterócitos;
- o tempo de reação e outros possíveis fatores interferentes foram mantidos constantes.

Nº do experimento	Valor da concentração do dissacarídeo	Temperatura da reação (°C)	Velocidade de reação (unidades arbitrárias)
I	X	0	0
	X	30	9,5
	X	40	25
	X	80	1
II	X	80	10
	2X	80	20
	3X	80	30
	4X	80	41
III	X	0	0
	X	30	0
	X	40	1
	X	80	10
IV	X	40	25
	2X	40	45
	3X	40	50
	4X	40	52

Os experimentos que podem corresponder à hidrólise enzimática ocorrida quando o dissacarídeo foi incubado com suco intestinal são os de números:

- a) I e II.
 b) I e IV.
 c) II e III.
 d) III e IV.

12 - (Enem) O milho verde recém-colhido tem um sabor adocicado. Já o milho verde comprado na feira, um ou dois dias depois de colhido, não é mais tão doce, pois cerca de 50% dos carboidratos responsáveis pelo sabor adocicado são convertidos em amido nas primeiras 24 horas. Para preservar o sabor do milho verde pode-se usar o seguinte procedimento em três etapas:

- 1º. descascar e mergulhar as espigas em água fervente por alguns minutos.
- 2º. resfriá-las em água corrente.
- 3º. conservá-las na geladeira.

A preservação do sabor original do milho verde pelo procedimento descrito pode ser explicada pelo seguinte argumento:

- a) O choque térmico converte as proteínas do milho em amido até a saturação; este ocupa o lugar do amido que seria formado espontaneamente.

- b) A água fervente e o resfriamento impermeabilizam a casca dos grãos de milho, impedindo a difusão de oxigênio e a oxidação da glicose.
- c) As enzimas responsáveis pela conversão desses carboidratos em amido são desnaturadas pelo tratamento com água quente.
- d) Microrganismos que, ao retirarem nutrientes dos grãos, convertem esses carboidratos em amido, são destruídos pelo aquecimento.
- e) O aquecimento desidrata os grãos de milho, alterando o meio de dissolução onde ocorreria espontaneamente a transformação desses carboidratos em amido.

13 - (Pucsp) Analise a tira de quadrinhos abaixo:

FERNANDO GONSALES



Folha de S. Paulo.

Sobre os “tijolinhos” que o leão não consegue fabricar foram feitas três afirmações:

- I. Eles são obtidos a partir da ingestão de proteínas de outros animais.
- II. As ligações que unem esses tijolinhos começam a ser quebradas no estômago do leão, por ação da enzima pepsina.
- III. Os tijolinhos que ele não consegue sintetizar são aminoácidos essenciais.

Assinale:

- a) Se apenas uma das afirmações for correta.
- b) Se apenas as afirmações I e II forem corretas.
- c) Se apenas as afirmações I e III forem corretas.
- d) Se apenas as afirmações II e III forem corretas.
- e) Se as três afirmações forem corretas.

14 - (Enem) Na maioria dos casos, a deterioração de um alimento é resultado de transformações químicas que decorrem dos casos, da interação do alimento com microrganismos ou, ainda, da interação com o oxigênio do ar, como é o caso da rancificação de gorduras. Para conservar por mais tempo um alimento deve-se, portanto, procurar impedir ou retardar ao máximo a ocorrência dessas transformações. Os processos comumente utilizados para conservar alimentos levam em conta os seguintes fatores:

- I. microrganismos dependem da água líquida para sua sobrevivência.
- II. microrganismos necessitam de temperaturas adequadas para crescerem e se multiplicarem. A multiplicação de microrganismos, em geral, é mais rápida entre 25° C e 45° C, aproximadamente.
- III. transformações químicas têm maior rapidez quanto maior for a temperatura e a superfície de contato das substâncias que interagem.
- IV. há substâncias que acrescentadas ao alimento dificultam a sobrevivência ou a multiplicação de microrganismos.
- V. no ar há microrganismos que encontrando alimento, água líquida e temperaturas adequadas crescem e se multiplicam.

Em uma embalagem de leite “longa-vida”, lê-se:

“Após aberto é preciso guardá-lo em geladeira”.

Caso uma pessoa não siga tal instrução, principalmente no verão tropical, o leite se deteriorará rapidamente, devido a razões relacionadas com

- a) o fator I, apenas.
- b) o fator II, apenas.
- c) os fatores II, III e V, apenas.
- d) os fatores I, II e III, apenas.
- e) os fatores I, II, III, IV e V.

15 - (Unifor) Os processos metabólicos são influenciados por fatores ambientais. Um fator que afeta as taxas de fotossíntese, respiração aeróbica e fermentação alcoólica é a:

- a) temperatura.
- b) concentração de O₂.
- c) concentração de CO₂.
- d) concentração de N₂.
- e) intensidade luminosa.

16 - (Unp) As enzimas são indispensáveis ao metabolismo celular e conseqüentemente ao do organismo. Sobre elas são feitas as afirmações a seguir:

- I. São catalisadores biológicos, de natureza proteica, sensíveis às variações de temperatura.
- II. Apresentam um centro ativo, no qual se encaixa a molécula de substrato.
- III. São substâncias químicas de natureza proteica, que são consumidas nas reações.

Após sua análise, assinale abaixo a alternativa correta:

- a) Apenas as afirmativas II e III são corretas.
- b) Apenas as afirmativas I e II são corretas.
- c) Apenas a afirmativa I é correta.
- d) Todas as afirmações são corretas.

17 - (Ufrgs) Nos seres vivos, as enzimas aumentam a velocidade das reações químicas. Assinale com V (verdadeiro) ou F (falso) as afirmações abaixo, referentes às enzimas.

- () As enzimas têm todas o mesmo pH ótimo.
- () A temperatura não afeta a formação do complexo enzima-substrato.
- () A desnaturação, em temperaturas elevadas, acima da ótima, pode reduzir a atividade enzimática.
- () A concentração do substrato afeta a taxa de reação de uma enzima.

A sequência correta de preenchimento dos parênteses, de cima para baixo, é

- a) VVFF.
- b) VFVF.
- c) VFFV.
- d) FVfV.
- e) FFVV.

18 - (Unesp) No interior de uma célula mantida a 40 °C ocorreu uma reação bioquímica enzimática exotérmica. O gráfico 1 mostra a energia de ativação (Ea) envolvida no processo e o gráfico 2 mostra a atividade da enzima que participa dessa reação, em relação à variação da temperatura.

GRÁFICO 1

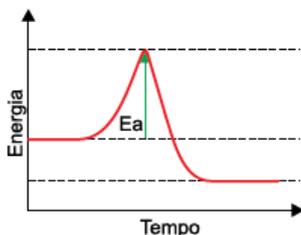
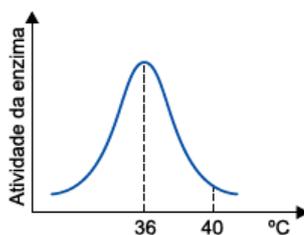


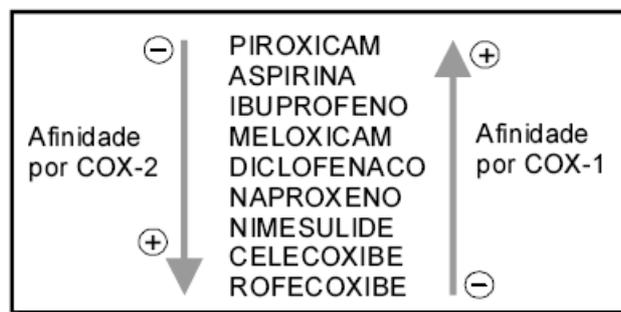
GRÁFICO 2



Se essa reação bioquímica ocorrer com a célula mantida a 36 °C, a energia de ativação (Ea) indicada no gráfico 1 e a velocidade da reação serão, respectivamente,

- a) a mesma e a mesma.
- b) maior e menor.
- c) menor e menor.
- d) menor e maior.
- e) maior e maior.

19 - (Enem) Os efeitos dos antiinflamatórios estão associados à presença de inibidores da enzima chamada ciclooxigenase 2 (COX-2). Essa enzima degrada substâncias liberadas de tecidos lesados e as transforma em prostaglandinas pró-inflamatórias, responsáveis pelo aparecimento de dor e inchaço. Os antiinflamatórios produzem efeitos colaterais decorrentes da inibição de uma outra enzima, a COX-1, responsável pela formação de prostaglandinas, protetoras da mucosa gastrointestinal. O esquema abaixo mostra alguns antiinflamatórios (nome genérico). As setas indicam a maior ou a menor afinidade dessas substâncias pelas duas enzimas.



Com base nessas informações, é correto concluir-se que

- a) o piroxicam é o antiinflamatório que mais pode interferir na formação de prostaglandinas protetoras da mucosa gastrointestinal.
- b) o rofecoxibe é o antiinflamatório que tem a maior afinidade pela enzima COX-1.
- c) a aspirina tem o mesmo grau de afinidade pelas duas enzimas.
- d) o diclofenaco, pela posição que ocupa no esquema, tem sua atividade antiinflamatória neutralizada pelas duas enzimas.
- e) o nimesulide apresenta o mesmo grau de afinidade pelas enzimas COX-1 e COX-2.

20 - (Fuvest) Uma substância X é o produto final de uma via metabólica controlada pelo mecanismo de retroinibição (*feedback*) em que, acima de uma dada concentração, x passa a inibir a enzima 1.



Podemos afirmar que, nessa via metabólica,

- a) a quantidade disponível de x tende a se manter constante.
- b) o substrato faltará se o consumo de x for pequeno.
- c) o substrato se acumulará quando a concentração de x diminuir.
- d) a substância A se acumulará quando a concentração de x aumentar.
- e) a substância B se acumulará quando o consumo de x for pequeno.

notas

VESTIBULARES:

As questões abaixo são direcionadas para quem prestará vestibulares tradicionais.

Se você está estudando apenas para a prova do ENEM, fica a seu critério, de acordo com o seu planejamento, respondê-las, ou não.

21 - (Unesp) Uma das técnicas utilizadas para estudos em biologia molecular é a reação de PCR (sigla em inglês para Reação em Cadeia da Polimerase). Nesta reação, a fita dupla hélice de DNA é aberta à temperatura de $\pm 90^{\circ}\text{C}$ e cada fita simples serve de molde para que a enzima DNA polimerase promova a síntese de novas moléculas de DNA. O processo se repete várias vezes, sempre a temperaturas ao redor de 90°C , e produz milhares de cópias da fita de DNA. A mecanização e o emprego desta técnica permitiram o desenvolvimento do projeto Genoma Humano. Considerando que, nessa técnica, a enzima DNA polimerase deve manter-se estável e atuar sob temperatura elevada, é possível deduzir que essa enzima foi obtida de

- alguma espécie de bactéria.
- vírus bacteriófagos.
- algum tipo de vírus infectante de células eucariontes.
- células-tronco mantidas *in vitro*.
- células de animais adaptados a climas quentes.

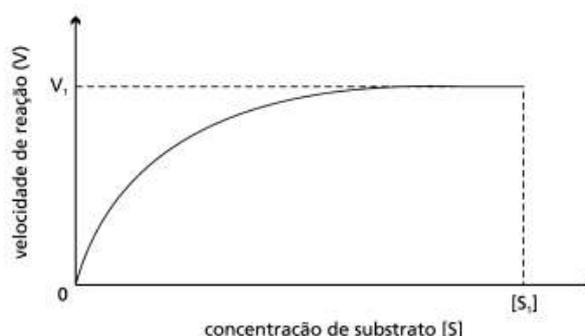
22 - (Unifor) Para realizar a conversão de um substrato determinado em um produto X, é necessário à presença de um catalisador biológico. Desta forma, foram realizados dois ensaios biológicos separadamente, um catalisado por uma apoenzima e o outro por uma holoenzima, usando as mesmas condições experimentais. Ao analisar os resultados, observou-se que apenas um ensaio ocorreu com sucesso. Provavelmente ocorreu o seguinte:

- O ensaio catalisado pela apoenzima não funcionou, pois faltou um cofator.
- A reação catalisada pela apoenzima funcionou, por variação de pH no meio.
- O ensaio catalisado pela holoenzima funcionou, pois esta é uma enzima completa.
- O produto X foi formado pela ação da holoenzima, pois esta não precisa de cofator.

É correto apenas o que se afirma em

- I e II.
- II e III.
- I e III.
- I, II e III.
- II, III e IV.

23 - (Uerj) Num experimento, mediu-se, em condições ideais de temperatura e pH, a variação da velocidade de reação de uma enzima em função de concentrações crescentes de seu substrato. A concentração da enzima foi mantida constante e igual a $[E_1]$. Os resultados estão mostrados no gráfico abaixo, no qual, para a concentração de substrato $[S_1]$, determinou-se a velocidade V_1 .



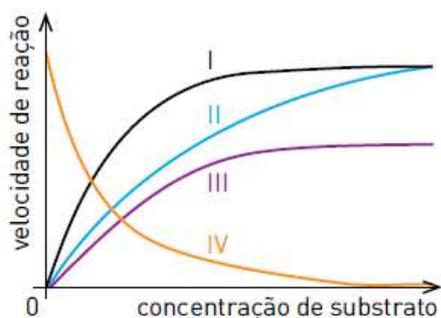
Considere, agora, a realização de experimento similar, nas mesmas condições de temperatura e pH, utilizando, apenas, a concentração de substrato $[S_1]$ e diminuindo a concentração da enzima para um valor igual a $[E_2]$. A nova velocidade, V_2 , seria igual ao resultado da multiplicação de V_1 por:

A) $\frac{[E_2]}{[E_1]}$	B) $\frac{[E_2] \cdot [S_1]}{[E_1]}$	C) $\frac{[E_1]}{[E_2]}$	D) $\frac{[E_1]}{[E_2] \cdot [S_1]}$
--------------------------	--------------------------------------	--------------------------	--------------------------------------

24 - (Uerj) Existem dois tipos principais de inibidores da atividade de uma enzima: os competitivos e os não competitivos. Os primeiros são aqueles que concorrem com o substrato pelo centro ativo da enzima. Considere um experimento em que se mediu a velocidade de reação de uma enzima em função da concentração de seu substrato em três condições:

- ausência de inibidores;
- presença de concentrações constantes de um inibidor competitivo;
- presença de concentrações constantes de um inibidor não competitivo.

Os resultados estão representados no gráfico abaixo:



A curva I corresponde aos resultados obtidos na ausência de inibidores. As curvas que representam a resposta obtida na presença de um inibidor competitivo e na presença de um não competitivo estão indicadas, respectivamente, pelos seguintes números:

- II e IV.
- II e III.
- III e II.
- IV e III.

25 - (Unichristus) A gelatina é um derivado alimentar do colágeno composta por uma mistura de polipeptídeos. Sua obtenção é realizada pela hidrólise parcial do colágeno. Uma das principais características da gelatina é sua capacidade de gelatinização. Em temperaturas não muito elevadas, a gelatina apresenta a propriedade de reter moléculas de água, formando, assim, um gel. Considerando essa propriedade da gelatina, foram realizados alguns experimentos cujos resultados estão descritos na tabela a seguir.

Experimento	Substrato	Reagente	Resultado observado
1	gelatina	água (branco)	gelatinização
2	gelatina	extrato de abacaxi	nenhum
3	gelatina	extrato de abacaxi fervido	gelatinização
4	gelatina	medicamento digestivo	nenhum
5	gelatina	medicamento digestivo fervido	gelatinização
6	gelatina	solução de amaciante de carne	nenhum
7	gelatina	solução de amaciante de carne fervida	gelatinização

8	gelatina	solução de sal de cozinha	leve turvação
9	gelatina	etanol	precipitação

Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc24/ccd1.pdf>>. Acesso em: 27 de dez. de 2017.

Como mostra a tabela, a gelatinização não é observada em alguns desses experimentos, pois as enzimas encontradas nos reagentes adicionados nesses experimentos são capazes de quebrar a ligação que une os aminoácidos da gelatina, fazendo que ela perca a capacidade de formar esse gel estável, no entanto as enzimas presentes nesses reagentes são impedidas de catalisarem a hidrólise das ligações peptídicas da gelatina quando desnaturadas, pois

- perdem suas estruturas primária e secundária e suas características, como pode ser observado nos experimentos 2, 4 e 6.
- rompem as ligações peptídicas entre os aminoácidos das proteínas, como pode ser observado nos experimentos 2, 4 e 6.
- provocam a redução na interação da gelatina com a água, devido à solvatação dos íons presentes na solução alcalina, como pode ser observado no experimento 9.
- adquirem a capacidade de refazer a ligação entre a carboxila de um aminoácido com o grupo amino do outro aminoácido, como pode ser observado no experimento 8.
- perdem sua atividade biológica devido à perda total ou parcial de sua estrutura tridimensional, como pode ser observado nos experimentos 3, 5 e 7.

Gabarito:

Questão 1: D

Comentário: Enzimas são proteínas de ação catalisadora, diminuindo a energia de ativação das reações e, com isso, aumentando a velocidade das reações.

Questão 2: E

Comentário: Enzimas são proteínas de ação catalisadora, diminuindo a energia de ativação das reações e, com isso, aumentando a velocidade das reações. Assim:

- I é o estado energético inicial dos reagentes (substrato);
 - II representa o estado de transição dos reagentes (complexo ativado ou complexo enzima-substrato), com máximo nível de energia;
 - III representa a energia de ativação para desencadear a reação;
 - IV representa a diferença de energia entre o estado inicial dos reagentes (substrato) e o estado final dos produtos;
 - V representa o estado energético final dos produtos.
- Assim, o item E está incorreto porque IV é a diferença entre a energia de reagente e produto, não tendo relação com a enzima.

Questão 3: B

Comentário: Enzimas são proteínas catalíticas, aumentando a velocidade de uma reação química específica através da diminuição de sua energia de ativação. Como as demais proteínas, são orgânicas e biodegradáveis, ou seja, capazes de serem destruídas pelo metabolismo de algum organismo vivo.

Questão 4: C

Comentário: Analisando cada item:

Item A: falso: Enzimas possuem um sítio ativo complementar aos substratos com os quais reagem, sendo específicos para esse determinado substrato (modelo chave-fechadura).

Item B: falso: Como não são consumidas pela reação que catalisam, as enzimas podem participar várias vezes de uma mesma reação.

Item C: verdadeiro: Enzimas são proteínas de ação catalisadora, diminuindo a energia de ativação das reações e, com isso, aumentando a velocidade das reações.

Item D: falso: Enzimas diminuem a energia de ativação das reações biológicas.

Questão 5: A

Comentário: Analisando cada item:

Item I: verdadeiro: Enzimas são proteínas de ação catalisadora, diminuindo a energia de ativação das reações e, com isso, aumentando a velocidade das reações.

Item II: verdadeiro: Enzimas possuem um sítio ativo complementar aos substratos com os quais reagem, sendo específicos para esse determinado substrato (modelo chave-fechadura).

Item III: falso: Catalisadores como as enzimas não são consumidos pela reação que catalisam, não alterando sua composição química após a reação.

Item IV: falso: Como não são consumidas pela reação que catalisam, as enzimas podem participar várias vezes de uma mesma reação.

Questão 6: C

Comentário: O nome de uma enzima é dado pela adição do sufixo *-ase* ao nome do substrato. Como jacarés são carnívoros, a ave estará se alimentando de restos de carne presos entre os dentes do mesmo. Assim, para digerir as proteínas (peptídios), principais componentes orgânicos da carne, a ave necessitará de enzimas proteases (peptidases).

Questão 7: D

Comentário: Analisando cada item:

1º item: verdadeiro: O aumento na temperatura aumenta a velocidade das reações químicas, mas, para as reações enzimáticas, só até certo ponto, quando a temperatura excessiva leva à desnaturação das enzimas e queda na velocidade da reação catalisada.

2º item: falso: Cada enzima tem um ponto de desnaturação em uma temperatura que lhe é peculiar, variando de cerca de 40°C para humanos até mais de 90°C para bactérias termófilas.

3º item: verdadeiro: Cada enzima tem um pH ótimo, no qual a sua atividade é máxima, ocorrendo desnaturação fora desse pH ideal, que para maioria das enzimas, é neutro, por volta de 7.

4º item: verdadeiro: Quanto maior a concentração do substrato, maior a velocidade da reação catalisada, mas só até um ponto de saturação, que corresponde a uma dada concentração de substrato a partir do qual a velocidade da reação é máxima e constante.

Questão 8: C

Comentário: Enzimas são catalisadores biológicos de natureza proteica, aumentando a velocidade de reação por um fator que varia de 10^8 a 10^{11} vezes. As enzimas, por serem proteínas, agem em um pH ideal (que varia de enzima para enzima), apresentando eficiência máxima nesse pH, mas diminuindo de atividade em pH maior ou menor devido ao fenômeno da desnaturação proteica. O comportamento descrito para a enzima corresponde ao do gráfico IV, onde se observa que o pH ideal de ação da sacarase está entre 7 e 8 (atividade máxima da enzima). Catalisadores não proteicos como o HCl aumentam a velocidade de reação de modo menos intenso, sendo que o HCl age em meio ácido. Assim, em baixo pH, sua ação catalítica é elevada, mas a mesma diminui com o aumento de pH, praticamente não havendo mais ação já em pH por volta de 5, como no gráfico II.

Questão 9: C

Comentário: Uma vez que mudanças de pH promovem a desnaturação reversível (ou inativação) de proteínas e enzimas, cada enzima age num faixa de pH que lhe é ideal. Assim:

- a pepsina (I) é a principal enzima do suco gástrico, agindo no estômago na digestão de proteínas em peptídeos e agindo em pH ideal ácido de cerca de 1,8 a 2,0 (proporcionado pelo ácido clorídrico do suco gástrico);

- a ptialina ou amilase salivar (II) é a principal enzima da saliva, digerindo amido em maltose e agindo em pH ideal quase neutro;

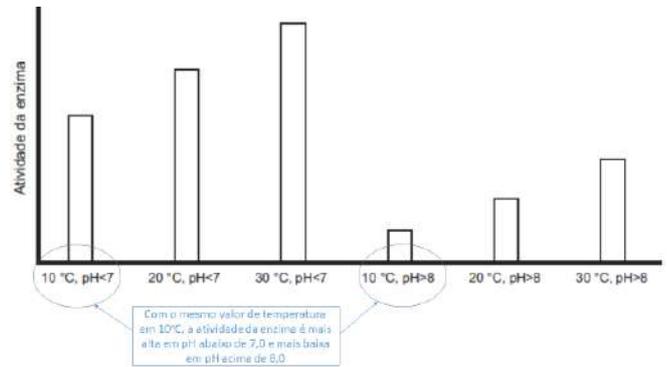
- a tripsina (III) é a principal enzima do suco pancreático, agindo no duodeno na digestão de proteínas em peptídeos e agindo em pH ideal básico de cerca de 7,8 a 8,2 (proporcionado pelo bicarbonato de sódio do suco pancreático).

Apesar do pH ideal de ação para a tripsina ser básico, sua atividade se inicia ainda em pH levemente ácido e vai até o alcalino.

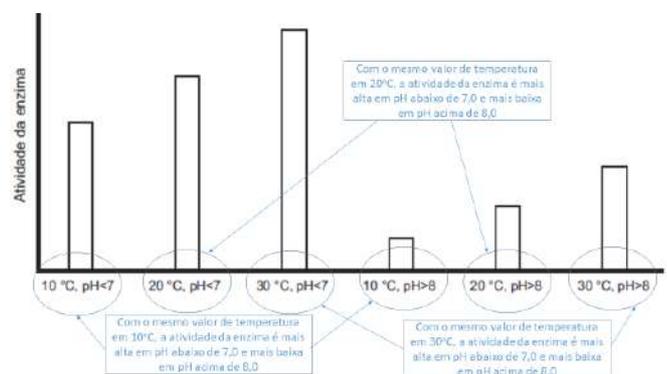
Questão 10: D

Comentário: Analisando cada item em relação ao gráfico e ao funcionamento das enzimas:

Item A: falso: Fixando um valor de temperatura e variando o valor de pH, pode-se observar que, em certos casos, o aumento do valor do pH leva a uma diminuição da atividade enzimática, como se verifica abaixo:



Item B: falso: Todos os valores de atividade enzimática em pH maior que 8,0 são menores que os valores de atividade enzimática em pH menor que 7,0, respectivamente para cada temperatura.



Assim, o principal inibidor da referida enzima é o pH acima de 8,0, mais do que a temperatura em 10°C.

Item C: falso: Como mencionado acima, a atividade das enzimas é menor em pH acima de 8,0, ou seja, em pH básico, o que talvez exija maior quantidade de enzima para que a reação ocorra. (Isso não necessariamente ocorre porque enzimas agem em pequenas concentrações, e pode ser que o aumento na quantidade de enzima não interfira significativamente na velocidade da reação pelo fato de a mesma já estar saturada.)

Item D: verdadeiro: Como mencionado, o principal inibidor da referida enzima é o pH acima de 8,0, ou seja, o ambiente básico reduz a quantidade de substrato metabolizado pela enzima.

Item E: falso: A temperatura ótima de funcionamento da enzima é de 30°C em pH abaixo de 7,0, como evidenciado pelo gráfico.

Questão 11: B

Comentário: Enzimas são proteínas de ação catalisadora, diminuindo a energia de ativação das reações e, com isso, aumentando a velocidade das reações. Fatores como temperatura, concentração do

substrato e pH influenciam em sua atividade. O aumento na temperatura aumenta a velocidade da reação enzimática, mas só até determinado ponto (ponto de desnaturação, de cerca de 40°C para as enzimas humanas), a partir do qual ocorre desnaturação enzimática e a velocidade de reação passa a diminuir. O aumento da concentração do substrato aumenta a velocidade de reação enzimática, pois leva à atividade de maior número de moléculas de enzimas, mas só até determinado ponto (ponto de saturação), a partir do qual todas as moléculas de enzimas do sistema estão em atividade, o que leva a velocidade de reação a atingir um valor máximo e constante. Cada enzima age num pH que lhe é ideal, desnaturando fora dessa faixa de pH. Por exemplo, as enzimas que degradam dissacarídeos, como a maltase que degrada a maltose, agem no intestino, em pH básico de 7,8 a 8,2, mas não no estômago, em pH ácido de 1,8 a 2,0. Assim:

- Fixando a concentração de substrato em X, a ação das enzimas aumenta até cerca de 40°C, quando desnaturam e diminuem de atividade, como no experimento I (perceba que de 0°C a 40°C a velocidade aumenta de 0 para 25, mas de 40°C a 80°C a velocidade diminui de 25 para 0);

- Enzimas humanas não agem em temperaturas acima de 40°C, de modo que **não** atuam em temperaturas de 80°C, como no experimento II;

- Fixando a concentração de substrato em X, a ação das enzimas **não** aumenta continuamente até cerca de 80°C, como no experimento III (perceba que de 40°C a 80°C a velocidade aumenta de 1 para 10), uma vez que ocorre desnaturação na casa dos 40°C;

- Fixando a temperatura em 40°C, a ação das enzimas aumenta com o aumento na concentração de substrato, como no experimento IV (perceba que da concentração X para a 4X, a velocidade aumenta continuamente de 25 para 52).

Assim, os experimentos que podem corresponder à hidrólise enzimática ocorrida quando o dissacarídeo foi incubado com suco intestinal são os de números I e IV.

Questão 12: C

Comentário: O sabor adocicado do milho verde é dado pela maltose, que no milho maduro é convertida em amido, de sabor neutro. Ao mergulhar as espigas de milho verde em água fervente, as enzimas responsáveis pelo processo de conversão de glicose em amido são desnaturadas pelo calor da fervura, impedindo a conversão da maltose em amido e preservando o sabor adocicado.

Questão 13: E

Comentário: Proteínas são constituídas de aminoácidos. Os aminoácidos podem ser de dois tipos, sendo os aminoácidos essenciais obtidos na dieta, não podendo ser produzidos, e os aminoácidos naturais produzidos a partir de outros aminoácidos no fígado. Note que mesmo os aminoácidos naturais produzidos no corpo são derivados de outros aminoácidos provenientes das proteínas da dieta. Os aminoácidos essenciais, então, correspondem aos “tijolinhos” aos quais a tirinha se refere. Analisando cada item:

Item I: verdadeiro: Aminoácidos essenciais são obtidos a partir da digestão das proteínas ingeridas no alimento.

Item II: verdadeiro: A digestão inicial das proteínas ocorre no estômago através da enzima pepsina do suco gástrico, a qual quebra as ligações peptídicas entre os aminoácidos.

Item III: verdadeiro: Como mencionado, os aminoácidos essenciais não podem ser produzidos no corpo, sendo obtidos exclusivamente na dieta.

Questão 14: C

Comentário: A manutenção de alimentos em refrigeradores para evitar sua decomposição se baseia principalmente no efeito da baixa temperatura sobre o metabolismo dos microorganismos decompositores, uma vez que, quanto mais baixa a temperatura de um sistema, menor a velocidade das reações químicas, inclusive as reações metabólicas vitais mediadas por enzimas. Assim, em relação ao efeito da preservação em refrigerador:

Item I: falso: O refrigerador não congela a água, mantendo a água líquida, de modo que os microorganismos decompositores continuam dispondo de água líquida e sobrevivem no refrigerador; assim, não é a ausência de água líquida que justifica a conservação do leite em geladeira, e sim o baixo metabolismo dos microorganismos decompositores devido à baixa temperatura.

Item II: verdadeiro: A temperatura do interior do refrigerador é inferior àquela necessária à reprodução dos microorganismos.

Item III: verdadeiro: A baixa temperatura do interior do refrigerador diminui a velocidade de transformações químicas como aquelas relacionadas à decomposição e à rancificação.

Item IV: falso: Substâncias que acrescentadas ao alimento que dificultam a sobrevivência ou a multiplicação de microrganismos são denominadas de

conservantes, mas sua presença não tem relação alguma com o refrigerador.

Item V: verdadeiro: Além de o refrigerador diminuir a exposição do alimento ao ar onde há microrganismos, as baixas temperaturas, como já dito, diminui a atividade metabólica dos microrganismos.

Questão 15: A

Comentário: A velocidade de qualquer reação química duplica ou triplica a cada aumento de 10°C da temperatura do meio. Isto acontece porque, aumentando a temperatura, aumenta a energia das moléculas, aumentando o número de choques entre elas, facilitando a reação e diminuindo a energia de ativação. Assim também é para as reações enzimáticas. O limite superior da temperatura na qual a reação enzimática pode ocorrer é aquela temperatura que provoca a desnaturação da enzima. A partir desta temperatura, a velocidade da reação deixa de aumentar e cai bruscamente, porque a enzima desnaturada perde sua conformação espacial e sua atividade biológica. Para cada tipo de enzima existe uma temperatura ótima, na qual a velocidade da reação é máxima, sem que haja desnaturação. Assim, uma vez que fotossíntese, respiração aeróbica e fermentação alcoólica são todas reações mediadas por enzimas, todas são afetadas pela temperatura.

Questão 16: B

Comentário: Analisando cada item a respeito de enzimas:

Item I: verdadeiro: Enzimas são proteínas de ação catalisadora, diminuindo a energia de ativação das reações e, com isso, aumentando a velocidade das reações. Como ocorre em qualquer proteína, temperaturas elevadas levam à desnaturação, de modo que enzimas são sensíveis a variações de temperatura, sendo que para cada tipo de enzima existe uma temperatura ótima de ação, na qual a velocidade da reação é máxima. Temperaturas acima desse valor ótimo levam à desnaturação e, conseqüentemente, à diminuição na velocidade da reação catalisada pela enzima em questão.

Item II: verdadeiro: Enzimas possuem um sítio ativo complementar aos substratos com os quais reagem, sendo específicos para esse determinado substrato (modelo chave-fechadura).

Item III: falso: Catalisadores como as enzimas não são consumidos pela reação que catalisam, não alterando sua composição química após a reação.

Questão 17: E

Comentário: Analisando cada item:

1º item: falso: Cada enzima tem um pH ótimo que lhe é característico, sendo que alterações de pH desnaturam reversivelmente as enzimas.

2º item: falso: Quanto maior a temperatura de um sistema, maior a velocidade de uma reação enzimática, aumentando a velocidade de formação do complexo enzima-substrato. Em temperaturas muito elevadas, no entanto, ocorre desnaturação irreversível das enzimas, e velocidade da reação enzimática diminui.

3º item: verdadeiro: Como mencionado, em temperaturas elevadas, há desnaturação das enzimas, reduzindo a atividade enzimática.

4º item: verdadeiro: Quanto maior a concentração do substrato, maior a velocidade da reação enzimática. Em concentrações muito elevadas de substrato, a velocidade da reação fica constante, no chamado ponto de saturação.

Questão 18: D

Comentário: Enzimas reduzem a energia de ativação de uma reação, de modo a aumentar sua velocidade. Com o aumento de temperatura, aumenta a velocidade das reações químicas, mas, no caso de reações enzimáticas, aumentos muito intensos podem desnaturar uma enzima e reduzir a velocidade da reação catalisada por ela. No caso da questão, a reação inicialmente ocorria em temperatura de 40°C e a temperatura foi reduzida para 36°C, o que, segundo o gráfico 2, implica num melhor funcionamento da enzima em questão, o que implica que a energia de ativação diminui mais intensamente e a velocidade da reação aumenta.

Questão 19: A

Comentário: O principal mediador do processo inflamatório são substâncias denominadas prostaglandinas, produzidas a partir da ação de enzimas ciclooxigenases (COX). Antiinflamatórios chamados esteroidais derivam do colesterol e agem bloqueando todo o processo inflamatório, sendo muito fortes e dotados de intensos efeitos colaterais. Já os antiinflamatórios não esteroidais inibem a COX, tendo ação e efeitos colaterais mais fracos. Os principais efeitos colaterais dos antiinflamatórios não esteroidais se dão por sua ação na enzima COX-1, relacionada à produção de prostaglandinas de efeito protetor. Assim, as drogas que têm maior afinidade pela enzima COX-1 inibem a produção de tais prostaglandinas protetoras, tendo efeitos colaterais mais intensos. Já aquelas

drogas que têm maior afinidade pela enzima COX-2 inibem a produção de prostaglandinas inflamatórias, tendo efeitos colaterais mais fracos e ação antiinflamatória mais intensa. De acordo com a tabela:

Item A: verdadeiro: O piroxicam é o antiinflamatório que têm maior afinidade pela COX-1, sendo o que mais interfere na formação de prostaglandinas protetoras.

Item B: falso: O rofecoxibe é o antiinflamatório que tem a maior afinidade pela enzima COX-2, de modo que tem o efeito antiinflamatório mais intenso com menos efeitos colaterais.

Item C: falso: A aspirina tem maior afinidade pela enzima COX-1 do que pela enzima COX-2.

Item D: falso: O fato de o diclofenaco ocupar uma posição intermediária no esquema indica que tem afinidade igual pelas duas enzimas (COX-1 e COX-2), tendo atividade antiinflamatória e efeitos colaterais de intensidade equivalente.

Item E: falso: O nimesulide tem maior grau de afinidade pela enzima COX-2 do que pela enzima COX-1.

Questão 20: A

Comentário: Mecanismos de retroinibição ou *feedback* promovem a autorregulação da concentração de certas substâncias. No caso de reações enzimáticas, estão relacionados a enzimas alostéricas, dotadas, além de um sítio ativo para a ligação do substrato, de um sítio alostérico para a ligação de substâncias moduladoras inibidoras ou ativadoras. No caso, a enzima 1 é alostérica, e a substância X em altas concentrações age como um modulador negativo (inibidor). Assim:

- Se a quantidade de X aumentar, a enzima 1 é inibida, diminuindo a produção da substância A, e consequentemente da substância B, e consequentemente de X;

- Se a quantidade de X diminuir, a enzima 1 volta a agir, aumentando a produção da substância A, e consequentemente da substância B, e consequentemente de X

Pode-se então afirmar que a quantidade de X tende a ficar variando próximo a uma constante.

Item A: verdadeiro.

Item B: falso: Se o consumo de x for pequeno, este irá se acumular, aumentando em concentração e inibindo a enzima 1, que não consumirá o substrato, que então se acumulará.

Item C: falso: Se a concentração de x diminuir, a enzima 1 estará funcional, consumindo o substrato, que não irá se acumular.

Item D: falso: Quando a concentração de x aumentar, a enzima 1 é inibida, diminuindo a produção da substância A, que não irá se acumular.

Item E: falso: Quando o consumo de x for pequeno, este irá se acumular, aumentando em concentração e inibindo a enzima 1, que não produzirá a substância A e consequentemente nem a substância B, que não irá se acumular.

Questão 21: A

Comentário: A velocidade de qualquer reação química duplica ou triplica a cada aumento de 10°C da temperatura do meio. Isto acontece porque, aumentando a temperatura, aumenta a energia das moléculas, aumentando o número de choques entre elas, facilitando a reação e diminuindo a energia de ativação. Assim também é para as reações enzimáticas. O limite superior da temperatura na qual a reação enzimática pode ocorrer é aquela temperatura que provoca a desnaturação da enzima. A partir desta temperatura, a velocidade da reação deixa de aumentar e cai bruscamente, porque a enzima desnaturada perde sua conformação espacial e sua atividade biológica. Para cada tipo de enzima existe uma temperatura ótima, na qual a velocidade da reação é máxima, sem que haja desnaturação. A maioria das enzimas humanas têm sua temperatura ótima em torno de 35 a 40°C e (a temperatura do corpo humano é em média de 37°C). Já em bactérias que vivem em fontes termais (de água quente), esta temperatura ótima das enzimas pode ser de cerca de 70°C ou ainda mais. Assim, uma enzima que se mantém funcional (não desnatura) em temperaturas de cerca de 90°C deve ser de origem bacteriana.

Questão 22: C

Comentário: Muitas enzimas, chamadas holoenzimas, são constituídas de uma parte proteica, conhecida como apoenzima, e um grupo prostético (parte não proteica), conhecida como coenzima (por vezes chamada de cofator). A holoenzima só funciona com sua estrutura completa, constituída de apoenzima e coenzima, sendo que apoenzima e coenzima não funcionam independentemente. Assim, analisando cada item:

Item I: verdadeiro: A apoenzima não funciona isoladamente, precisando estar associada à coenzima (cofator) para que catalise a reação em questão.

Item II: falso: Como mencionado acima, a apoenzima não funciona isoladamente, precisando estar associada à coenzima (cofator) para que catalise a reação em questão.

Item III: verdadeiro: A holoenzima funciona na catálise da reação por ser uma enzima completa, contendo todos os componentes necessários à sua atividade.

Item IV: falso: Como mencionado anteriormente, a holoenzima precisa dos componentes apoenzima e coenzima (cofator) para que catalise a reação em questão.

Questão 23: A

Comentário: Enzimas são proteínas de ação catalisadora, diminuindo a energia de ativação das reações e, com isso, aumentando a velocidade das reações. O aumento da concentração do substrato aumenta a velocidade de reação enzimática, pois leva à atividade de maior número de moléculas de enzimas, mas só até determinado ponto (ponto de saturação), a partir do qual todas as moléculas de enzimas do sistema estão em atividade, o que leva a velocidade de reação a atingir um valor máximo e constante. Segundo o gráfico, na concentração E1 da enzima, para a concentração S1 de substrato S1, a velocidade de reação é igual a V1. Fixada a concentração do substrato S1, ao diminuir a concentração da enzima para E2, a velocidade da reação se alterará proporcionalmente para V2. Assim, fazendo uma regra de três:

$$\begin{array}{l} E1 \rightarrow V1 \\ E2 \rightarrow V2 \\ \downarrow \\ V2 = V1 \times E2 / E1 \end{array}$$

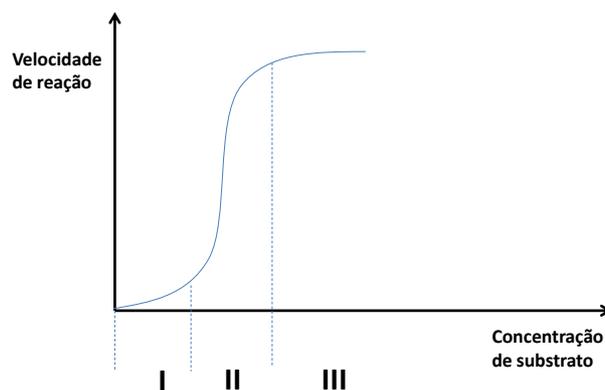
Desse modo, a nova velocidade, V2, seria igual ao resultado da multiplicação de V1 por E2/E1, como no item A.

Questão 24: B

Comentário: Enzimas são proteínas de ação catalisadora, diminuindo a energia de ativação das reações e, com isso, aumentando a velocidade das reações. O aumento da concentração do substrato aumenta a velocidade de reação enzimática, pois leva à atividade de maior número de moléculas de enzimas, mas só até determinado ponto (ponto de saturação), a partir do qual todas as moléculas de enzimas do sistema estão em atividade, o que leva a velocidade de reação a atingir um valor máximo e constante. Por outro lado, substâncias denominadas inibidores diminuem a afinidade entre enzima e substrato, diminuindo a velocidade das reações. Existem dois tipos de inibidores:

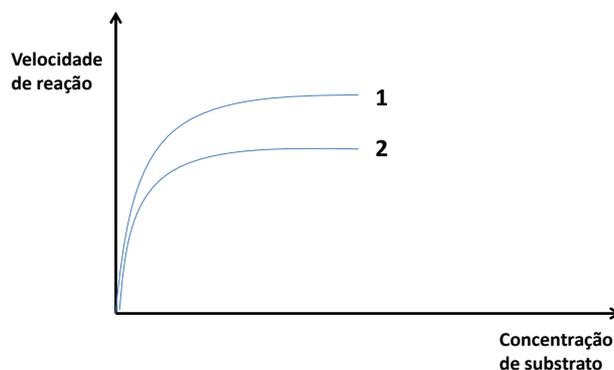
- os inibidores competitivos competem com o substrato pelo sítio ativo da enzima; assim, em baixas

concentrações de inibidores competitivos e altas concentrações de substrato, os substratos ocupam o sítio ativo das enzimas e a atividade de inibição é baixa, e em altas concentrações de inibidores competitivos e baixas concentrações de substrato, os inibidores ocupam o sítio ativo das enzimas e a atividade de inibição é alta. Analise o gráfico abaixo, em forma sigmoidal (em S), que representa essa situação, com concentração fixa do inibidor e da enzima, e concentração variável do substrato:



Na região I, com pequena concentração do substrato, a concentração do inibidor é proporcionalmente maior, de modo que a inibição é mais intensa e a velocidade da reação é baixa; na região II, com grande concentração do substrato, a concentração do inibidor é proporcionalmente menor, de modo que a inibição é menos intensa e a velocidade da reação é alta; na região III, com concentração ainda maior do substrato, ocorre saturação e a velocidade da reação passa a ser constante. É importante notar o efeito do inibidor é maior em pequenas concentrações de substrato e menor em altas concentrações de substrato.

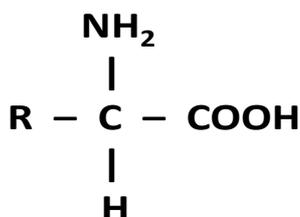
- os inibidores não competitivos se ligam ao sítio ativo permanentemente, e diminuem igualmente a atividade enzimática em concentrações de substrato altas ou baixas. Assim, comparando os gráficos abaixo na ausência do inibidor não competitivo (1) e na presença do inibidor não competitivo (2):



Perceba que a velocidade da reação diminui como um todo com a presença do inibidor não competitivo. Desse modo, sabendo que a curva I corresponde aos resultados obtidos na ausência de inibidores, a curva que representa a resposta obtida na presença de um inibidor competitivo é a de número II (sendo que ela não representa a região do gráfico onde ocorre a saturação, só mostrando até o trecho em que a concentração do substrato é alta, com conseqüente pequena atividade do inibidor e alta velocidade de reação) e na presença de um não competitivo é a de número III.

Questão 25: E

Comentário: O colágeno é uma proteína, e, como tal, é constituída de α -aminoácidos. Cada α -aminoácido apresenta um grupo amina, um grupo carboxila, um átomo de hidrogênio e um radical R, todos ligados a um mesmo átomo de carbono, chamado carbono α . Observe a figura abaixo:



A proteína tem quatro níveis de estrutura:

- Estrutura primária, que é a seqüência linear dos aminoácidos ligados entre si por ligações peptídicas;
- Estrutura secundária, que se dá pela interação dos aminoácidos próximos entre si na cadeia peptídica, normalmente ocorrendo na forma de uma α -hélice e sendo mantida por pontes de hidrogênio;
- Estrutura terciária, que se dá pela interação dos aminoácidos distantes entre si na cadeia peptídica, sendo mantida por várias interações, como pontes de hidrogênio, pontes dissulfeto, ligações iônicas, etc;
- Estrutura quaternária, que é a união de várias cadeias peptídicas, correspondendo à estrutura tridimensional final da proteína e sendo responsável pela função biológica da mesma.

A desnaturação da proteína corresponde à perda da estrutura tridimensional final da mesma, com conseqüente perda da sua função biológica, podendo acontecer principalmente por

- calor, que quebra as pontes de hidrogênio na estrutura secundária da proteína, com efeito irreversível sobre a estrutura proteica;
- alterações de pH, que quebram ligações iônicas na estrutura terciária da proteína, com efeito reversível sobre a estrutura proteica;

Nas situações onde há gelatinização, significa que a estrutura proteica permaneceu intacta e o colágeno pôde se converter em gelatina. Nas situações onde não houve gelatinização, significa que houve perda da estrutura proteica, como pela digestão da mesma com quebra das ligações peptídicas ou desnaturação com perda de sua estrutura espacial. Por exemplo, nos experimentos 2, 4 e 6 não houve gelatinização, de modo que algum nível da estrutura proteica foi perdida. Nas situações 2 e 6, por exemplo, o extrato de abacaxi e o amaciante de carne possuem enzimas digestivas proteases que quebram as ligações peptídicas e, conseqüentemente, quebram a estrutura primária da proteína, levando à perda dos demais níveis de estrutura, de modo a não permitir a gelatinização do colágeno. (Provavelmente, no medicamento digestivo da situação 4, ocorrem enzimas com efeito semelhante àquelas do extrato de abacaxi e do amaciante de carne.) Nos experimentos 1, 3 e 5, houve gelatinização, de modo que nenhum nível da estrutura proteica foi perdida. A fervura do extrato de abacaxi, do medicamento digestivo e do amaciante de carne levou à desnaturação das enzimas contidas nos mesmos, impedindo que as mesmas quebrassem as ligações peptídicas na proteína colágeno, de modo que o colágeno manteve sua estrutura e pôde ser gelatinizado. Assim, analisando cada item sobre **como as enzimas presentes nesses reagentes são impedidas de catalisarem a hidrólise das ligações peptídicas da gelatina quando desnaturadas nas situações 1, 3 e 5:**

Item A: falso: Se em 2, 4 e 6 não houve gelatinização, é porque o colágeno foi digerido pelas enzimas dos reagentes, o que significa que as mesmas mantiveram suas estruturas intactas.

Item B: falso: Como mencionado, se em 2, 4 e 6 não houve gelatinização, é porque o colágeno foi digerido pelas enzimas dos reagentes, ou seja, as enzimas não foram impedidas de romperem as ligações peptídicas entre os aminoácidos das proteínas.

Item C: falso: O reagente 9 não contém enzimas, mas etanol, o qual não promoverá redução na interação da gelatina com a água, não promovendo solvatação dos íons nem tornando a solução alcalina.

Item D: falso: O reagente 8 não contém enzimas, mas sais, que podem desfazer as ligações iônicas entre carboxilas e aminas de radicais R, levando à perda da estrutura terciária das proteínas.

Item E: verdadeiro: Como mencionado, nas situações 3, 5 e 7, a fervura do extrato de abacaxi, do medicamento digestivo e do amaciante de carne levou à desnaturação das enzimas contidas nos mesmos, impedindo que as mesmas quebrassem as ligações peptídicas na proteína colágeno.