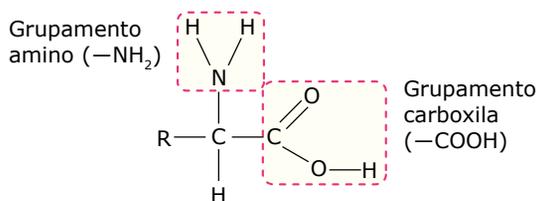


Bioquímica: Aminoácidos, Proteínas e Enzimas

AMINOÁCIDOS

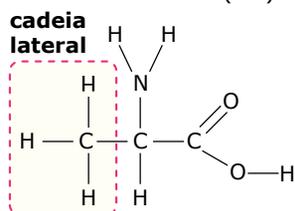
Aminoácidos são compostos orgânicos que possuem em suas moléculas os grupamentos amino ($-\text{NH}_2$) e carboxila ($-\text{COOH}$).



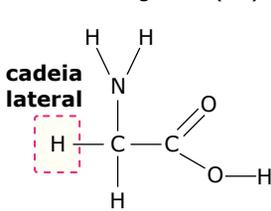
Fórmula geral dos aminoácidos - Observe que a molécula do aminoácido tem um átomo central de carbono (carbono α) ao qual se ligam um grupo amino (NH_2), um grupo carboxila (COOH), um hidrogênio (H) e uma cadeia lateral (R).

A diferença entre os diversos tipos de aminoácidos é feita pela cadeia lateral, conhecida genericamente por radical. Veja os exemplos a seguir:

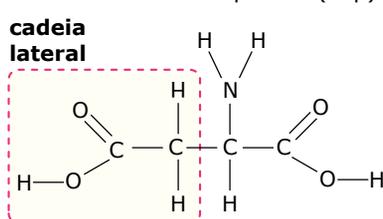
Aminoácido alanina (Ala)



Aminoácido glicina (Gli)



Aminoácido ácido aspártico (Asp)



Plantas e animais necessitam de diferentes tipos de aminoácidos para seu crescimento, desenvolvimento e sobrevivência. As plantas são capazes de fabricar em suas células e tecidos todos os tipos de aminoácidos de que necessitam. Os animais, por sua vez, conseguem fabricar no corpo apenas alguns tipos de aminoácidos. Os aminoácidos que os animais não conseguem sintetizar no próprio organismo precisam ser obtidos por meio da alimentação.

Assim, nos animais, os aminoácidos podem ser classificados em naturais e em essenciais.

- **Aminoácidos naturais (não essenciais, dispensáveis)** são aqueles que o organismo animal consegue fabricar em seu próprio corpo.
- **Aminoácidos essenciais (indispensáveis)** são aqueles que o animal não consegue sintetizar em seu próprio corpo e que, portanto, devem ser obtidos por meio da alimentação.

Classificar um aminoácido como natural ou essencial depende da espécie de animal, uma vez que um mesmo tipo de aminoácido pode ser natural para uma espécie e essencial para outra.

A tabela a seguir relaciona os aminoácidos naturais e essenciais para um indivíduo adulto da espécie humana.

Espécie humana	
Aminoácidos naturais	Aminoácidos essenciais
Ácido aspártico (Asp)	Fenilalanina (Phe)
Ácido glutâmico (Glu)	Isoleucina (Ile)
Alanina (Ala)	Leucina (Leu)
Arginina (Arg)	Lisina (Lys)
Asparagina (Asn)	Metionina (Met)
Cisteína (Cys)	Treonina (Thr)
Glutamina (Gln)	Triptofano (Trp)
Glicina (Gly)	Valina (Val)
Histidina (His)	
Prolina (Pro)	
Serina (Ser)	
Tirosina (Tyr)	

Obs.: A histidina é um aminoácido essencial apenas na infância, sendo que, mais tarde, passa a ser sintetizada em nosso organismo.

Alimentos ricos em proteínas são importantes fontes de aminoácidos para o nosso organismo, notadamente de aminoácidos essenciais.

Carnes, ovos, leite e derivados, leguminosas, como a soja, o feijão, a ervilha e outras são alimentos ricos em proteínas.

Ao serem ingeridas, as proteínas são digeridas, isto é, são “quebradas” até serem convertidas em aminoácidos, que serão, então, absorvidos e distribuídos pela corrente sanguínea para as células dos diversos tecidos do nosso corpo. No interior das células, esses aminoácidos serão utilizados pelos ribossomos na síntese de novas moléculas proteicas, podendo ainda, no caso do fígado, ser utilizados na fabricação de outros aminoácidos por meio das reações de transaminação.

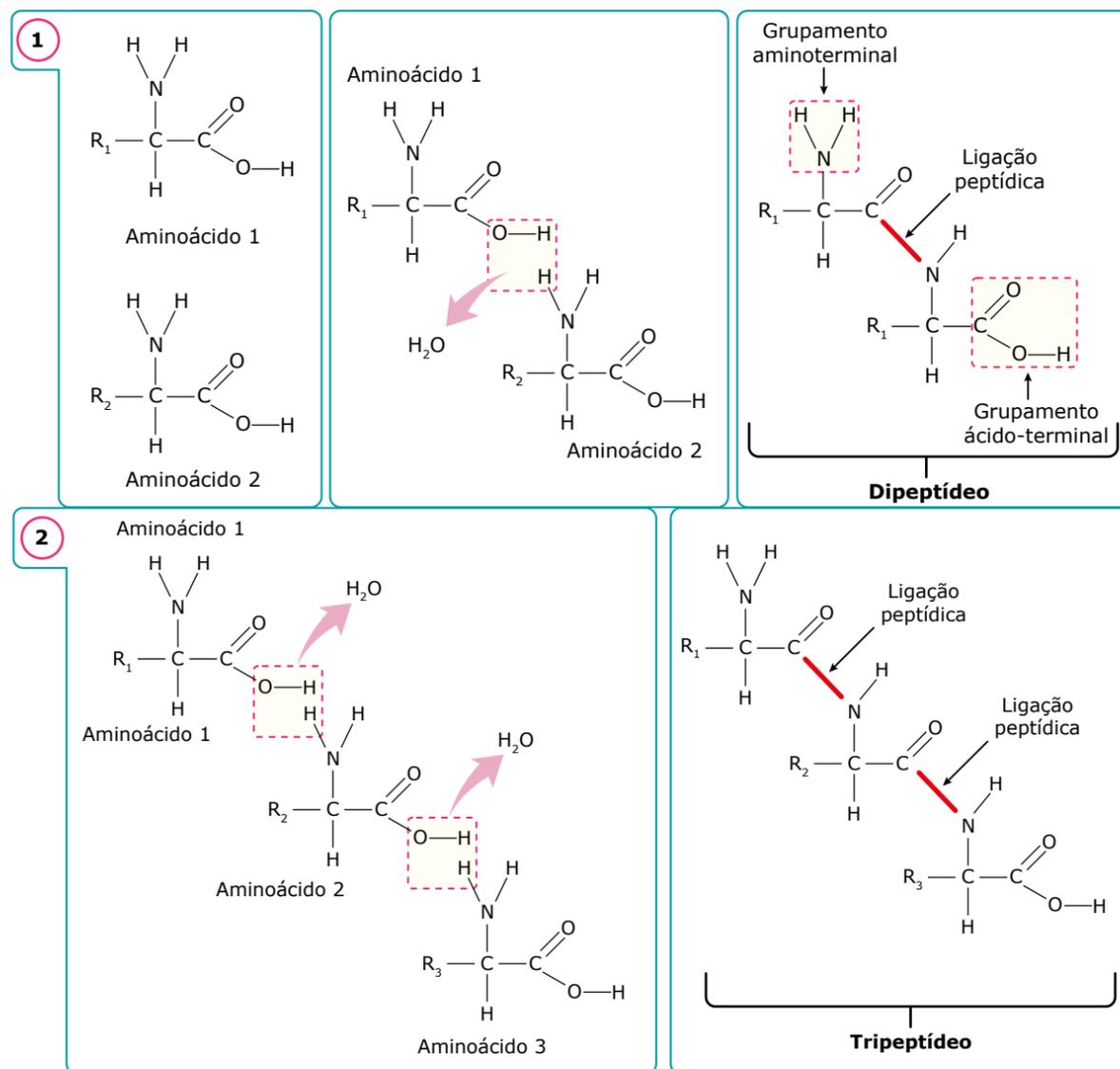
As proteínas que fornecem todos os aminoácidos essenciais em boa quantidade são chamadas de proteínas completas, enquanto aquelas que não fornecem todos os aminoácidos essenciais de que necessitamos são denominadas proteínas incompletas.

Os aminoácidos podem ligar-se uns aos outros, formando compostos mais complexos. Dependendo do número de aminoácidos que se uniram para formá-los, esses compostos podem ser chamados de dipeptídeos, tripeptídeos, tetrapeptídeos, etc. Os termos “oligopeptídeos” (do grego,

oligo, pouco) e “polipeptídeos” (do grego, *poli*, muito) também são usados para se referir às moléculas peptídicas resultantes, respectivamente, da união de poucos e de muitos aminoácidos. Nesses compostos, os aminoácidos se mantêm unidos uns aos outros por meio de uma ligação química covalente denominada ligação peptídica.

A ligação peptídica se faz entre o carbono do grupo carboxila de um dos aminoácidos com o nitrogênio do grupo amino do outro aminoácido. Para que se forme uma ligação desse tipo, o grupo carboxila de um dos aminoácidos perde o seu grupamento hidroxila (OH), enquanto o grupo amino do outro aminoácido perde um de seus hidrogênios (H).

A hidroxila e o hidrogênio liberados reagem entre si formando água (H₂O). Assim, toda vez que se forma uma ligação peptídica, há, também, a formação de uma molécula de água. Trata-se, portanto, de um exemplo de síntese por desidratação, uma vez que a água é um dos produtos da reação. Veja os exemplos adiante.



Observe nas figuras 1 e 2 que, após a união dos aminoácidos, o peptídeo resultante continua tendo em sua molécula os grupamentos carboxila (–COOH) e amino (–NH₂), localizados em suas extremidades e, por isso, passam a ser chamados de grupamentos ácido-terminal e aminoterminal.

PROTEÍNAS

Proteínas (do grego *proteios*, primeiro, fundamental) são polipeptídeos resultantes da união de dezenas ou centenas de aminoácidos. O critério para caracterizar se um polipeptídeo é também uma proteína é variável segundo classificação de diversos autores. Muitos consideram que todo polipeptídeo resultante da união de pelo menos 70 aminoácidos é também uma proteína. Outros preferem considerar como proteínas os polipeptídeos com peso molecular a partir de 6 000 Daltons (1 Dalton é igual à massa de um átomo de hidrogênio). Embora existam controvérsias, pode-se concluir que toda proteína é um polipeptídeo, mas nem todo polipeptídeo é uma proteína.

Pode-se dizer também que as proteínas são polímeros de aminoácidos. Polímeros são macromoléculas formadas pela união de muitas unidades menores e semelhantes, chamadas genericamente de monômeros. No caso das proteínas, os monômeros são os aminoácidos.

As proteínas são formadas por apenas 20 tipos diferentes de aminoácidos. Em algumas, além dos aminoácidos, encontra-se um outro constituinte, chamado genericamente de grupo prostético. O grupo prostético pode ser um carboidrato, um lipídio, um ácido nucleico, um mineral, etc. Assim, podem-se classificar as proteínas em dois grupos: proteínas simples e proteínas conjugadas.

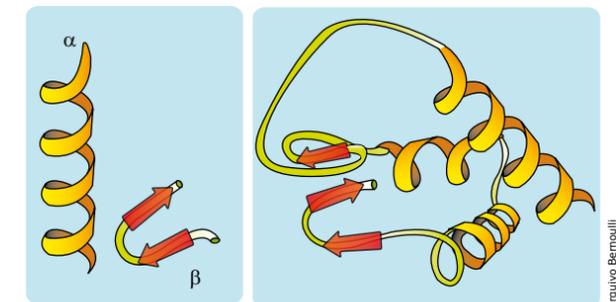
- Proteínas simples** são aquelas constituídas apenas de aminoácidos. É o caso, por exemplo, da queratina, proteína encontrada na pele, nos cabelos, nas unhas, nos cascos e chifres de animais e que exerce importante papel na impermeabilização dessas estruturas.
- Proteínas conjugadas (complexas)** são aquelas que contêm outras substâncias além de aminoácidos. A porção constituída de aminoácidos de uma proteína conjugada é chamada de apoproteína, enquanto a parte constituída pela substância diferente de aminoácidos é chamada de grupo prostético. A hemoglobina, encontrada no sangue de muitos animais, é um exemplo de proteína conjugada que tem como grupo prostético o pigmento heme, no qual há íons de ferro.

De acordo com a natureza química do grupo prostético, as proteínas conjugadas podem ser distribuídas em diversos grupos. Veja os exemplos a seguir:

Proteínas conjugadas	Grupo prostético
Lipoproteínas	Lipídio
Glicoproteínas	Polissacarídeo
Nucleoproteínas	Ácido nucleico
Fosfoproteínas	Ácido fosfórico
Flavoproteínas	Riboflavina (Vitamina B ₂)
Metaloproteínas	Metal

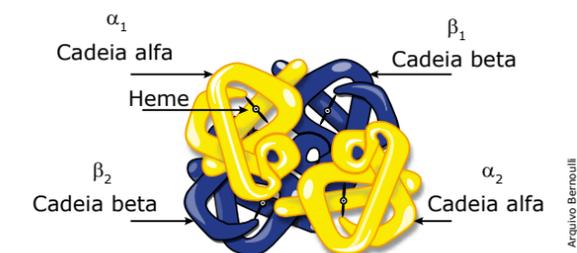
A molécula proteica pode ser formada por uma ou mais cadeias polipeptídicas, podendo apresentar as seguintes estruturas:

- Estrutura primária da proteína** – É a sequência linear de seus aminoácidos, sendo muito importante para a função que a proteína irá desempenhar. Essa sequência de aminoácidos é determinada geneticamente.
- Estrutura secundária da proteína** – Pode ter duas formas básicas: a alfa-hélice (com configuração helicoidal) e a folha-beta (pequenos segmentos que se arranjam paralelamente entre si). A estrutura secundária é mantida por ligações de hidrogênio entre átomos de aminoácidos que estão próximos ao longo da cadeia.
- Estrutura terciária da proteína** – É resultante da atração entre radicais de aminoácidos localizados em regiões distantes da molécula, levando ao dobramento da estrutura secundária (alfa-hélices e folhas-beta) sobre si mesma, dando à molécula um aspecto mais globular.



Estrutura secundária Estrutura terciária

- Estrutura quaternária da proteína** – É a união de duas ou mais cadeias polipeptídicas, iguais ou diferentes, formando uma única molécula proteica. Por exemplo: a molécula de hemoglobina humana é constituída por quatro cadeias polipeptídicas (α_1 , α_2 , β_1 e β_2), unidas entre si pelos grupos heme. As duas cadeias alfa são idênticas entre si, assim como as duas beta também são idênticas entre si. As quatro cadeias estão unidas pelos grupos heme, que possuem Fe²⁺ em sua estrutura.



Hemoglobina humana.

Altas temperaturas, alterações bruscas do pH e altas concentrações de certos compostos químicos (ureia, por exemplo) podem modificar a configuração espacial das proteínas, fazendo com que suas moléculas se desenrolem e alterem sua configuração nativa (configuração tridimensional original da molécula). Essa modificação da configuração nativa de uma proteína é denominada desnaturação.



Desnaturação das proteínas – A desnaturação altera as propriedades da proteína, que deixa de desempenhar sua função biológica normal.

O processo de desnaturação  , via de regra, irreversível.  s vezes, entretanto, a desnaturação pode ser reversível, especialmente se foi causada pela ruptura de forç as fracas. Nesse caso, se os desnaturantes químicos são removidos, a proteína retorna a sua configuração nativa e a sua função normal. Fala-se, então, que houve renaturação.

As proteínas sintetizadas no organismo desempenham as seguintes funções:

- **Estrutural** – Muitas proteínas participam da formação de importantes estruturas no organismo. A membrana plasmática, película que reveste e protege a célula, é um exemplo de estrutura formada basicamente por lipídios e proteínas. Outro exemplo é o colágeno, proteína que confere resistência aos ossos, tendões, cartilagens e outras estruturas do organismo.
- **Hormonal** – Muitos hormônios (substâncias reguladoras) são de natureza proteica. É o caso, por exemplo, da proteína insulina (hormônio produzido no pâncreas e que atua no controle da taxa de glicose no sangue).
- **Defesa** – Um dos mecanismos de defesa do organismo é realizado por proteínas especiais, denominadas imunoglobulinas (Ig), conhecidas também por anticorpos. Quando um antígeno (proteína estranha ao organismo, por exemplo) penetra em nosso corpo, o nosso sistema imunológico (sistema de defesa) procura elaborar um anticorpo específico para neutralizá-lo.

Em alguns casos, por um erro genético, ocorre a produção de anticorpos que atacam células do próprio corpo, nesse caso, as doenç as são chamadas de autoimunes. Um exemplo, é a doenç a celíaca, que se caracteriza pela intolerância permanente ao glúten (associação de proteínas presentes na semente de alguns vegetais). Os afetados apresentam uma alteração genética que faz com que, ao ingerirem o glúten, uma reação imunológica se desenvolva no intestino, o que impede a absorção de nutrientes. Alguns indivíduos podem apresentar intolerância ou síndrome do intestino irritável quando ingerem o glúten.

- **Contração muscular** – Actina e miosina são proteínas indispensáveis para a ocorrência das reações de contração muscular.
- **Coagulação sanguínea** – A coagulação sanguínea é resultado de uma série de reações químicas que culminam com a formação do coágulo, isto é, o endurecimento do sangue. Dessas reações, participam várias substâncias, e, entre elas, algumas são proteínas, como a tromboplastina, a protrombina e o fibrin geno.
- **Impermeabilização de superfícies** – A proteção e a impermeabilização de nossa pele, unhas e pelos, por exemplo, é feita pela proteína queratina (ceratina).
- **Transporte de gases respiratórios** – O oxig nio (O₂)   transportado dos nossos pulmões para as demais partes do organismo pelas moléculas de hemoglobina existentes no interior dos glóbulos vermelhos (hemácias). Um certo percentual de gás carb nico (CO₂) produzido nos tecidos é transportado até os pulmões a fim de ser eliminado do organismo, também pela hemoglobina e por algumas proteínas plasmáticas (proteínas existentes no plasma sanguíneo). Essas proteínas transportadoras dos gases respiratórios (O₂ e CO₂) são conhecidas, genericamente, por pigmentos respiratórios. A hemoglobina, portanto, é um exemplo de pigmento respiratório.
- **Enzimática** – Enzimas são catalisadores orgânicos que aceleram as reações do metabolismo, isto é, tornam as reações mais rápidas. A maioria das enzimas   de natureza proteica, ou seja, são proteínas.

ENZIMAS

Enzimas são biocatalisadores, ou seja, substâncias orgânicas que atuam como catalisadores nas reações do metabolismo.

Como qualquer catalisador, as enzimas agem diminuindo a energia de ativação, isto é, a quantidade de energia necessária para dar início a uma reação. Desse modo, os catalisadores aceleram as reações químicas. Assim, as reações do metabolismo se tornam mais rápidas graças à a o das enzimas. Embora certas moléculas de RNA, sob certas condições, possam atuar como enzimas (riboenzimas), a maioria das enzimas   de natureza proteica.

Em diversos casos, uma substância de natureza não proteica precisa se ligar a uma enzima para que ela possa exercer sua a o catalisadora. Tais substâncias são conhecidas por cofatores ou coenzimas. Os cofatores são  ns inorgânicos, geralmente met licos, enquanto as coenzimas são moléculas orgânicas, quase sempre derivadas de uma vitamina. Os cofatores e as coenzimas são essenciais para o funcionamento das enzimas. Essas enzimas que precisam dos cofatores ou coenzimas são conhecidas por holoenzimas e a sua parte proteica é denominada apoenzima.

Holoenzima = Apoenzima + Cofator ou Coenzima

As enzimas são produzidas no interior das células. Muitas permanecem no meio intracelular, onde exercem sua a o catalisadora; outras, entretanto, são eliminadas para o meio extracelular, onde exercerão sua a o. Assim, conforme exerç m sua a o dentro ou fora das células, as enzimas podem ser classificadas como endoenzimas ou exoenzimas, respectivamente.

Propriedades

Uma das propriedades das enzimas é a especificidade, ou seja, as enzimas são específicas para cada tipo de substrato. São considerados "substratos" as substâncias sobre as quais agem as enzimas.

Veja os exemplos a seguir:

1. **Maltose +  gua** $\xrightarrow{\text{maltase}}$ **Glicose + Glicose**
2. **Lactose +  gua** $\xrightarrow{\text{lactase}}$ **Glicose + Galactose**

Na reação 1, representada anteriormente, a enzima maltase, em presenç  de água, atua sobre o substrato maltose, acelerando a reação que o converte em duas moléculas de glicose. Já na reação 2, a enzima lactase, em presenç  de água, age sobre o substrato lactose, acelerando a reação que o converte em uma molécula de glicose e outra de galactose. Como são específicas, nem a maltase atua sobre a lactose nem a lactase atua sobre a maltose.

Em uma mesma espécie animal, podem existir certas enzimas que apresentam formas moleculares ligeiramente diferentes, que exibem diferenç as na atividade, no pH ótimo de a o, na mobilidade eletroforética, mas que atuam sobre um mesmo substrato e catalisam a mesma reação. Tais enzimas são conhecidas por isoenzimas. A principal diferenç  entre elas está na intensidade da atividade enzimática.

As enzimas agem *in vivo* (no interior dos seres vivos) e *in vitro* (fora dos seres vivos). Quando ingerimos um pedaço de carne, por exemplo, as proteínas nele presentes começ m a ser digeridas no estômago por a o da enzima pepsina existente no suco gástrico; se colocarmos um pedaço de carne no interior de um tubo de ensaio e sobre ele jogarmos suco gástrico extraído do estômago, a pepsina atuará sobre as proteínas da carne da mesma maneira.

Algumas reações enzimáticas são reversíveis, ou seja, podem ocorrer nos dois sentidos. Nesse caso, a mesma enzima atua como catalisador nos dois sentidos da reação, obedecendo   equação de Michaelis ou equação geral das enzimas.



Equação de Michaelis – E = Enzima; S = Substrato; ES = Complexo enzima-substrato; P = Produto.

Nomenclatura

A nomenclatura das enzimas, em geral, é feita acrescentando-se o sufixo *-ase* ao radical do substrato:

Substrato	Enzima
Maltose	Maltase
Lactose	Lactase
Amido	Amilase
Lipídios	Lipases
Proteínas	Proteases

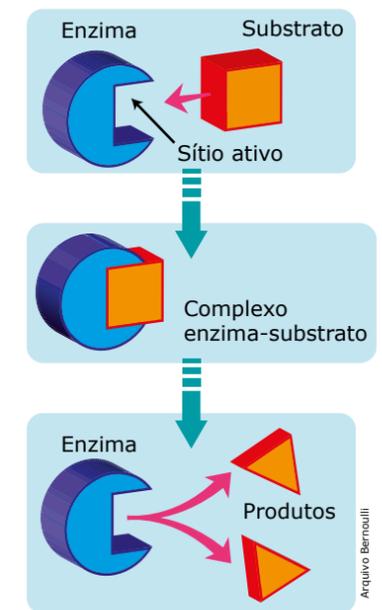
Pode-se, também, acrescentar o sufixo *-ase* ao radical do nome do tipo da reação:

Tipos de reação química	Enzima
Oxirredução	Oxirredutases
Desidrogenação	Desidrogenases
Descarboxilação	Descarboxilases

Algumas enzimas são conhecidas por nomes consagrados pelo uso e que não obedecem às regras vistas anteriormente. É o caso, por exemplo, da amilase salivar (enzima presente na saliva e que atua sobre o substrato amido), que também é conhecida por ptialina.

Mecanismo de a o

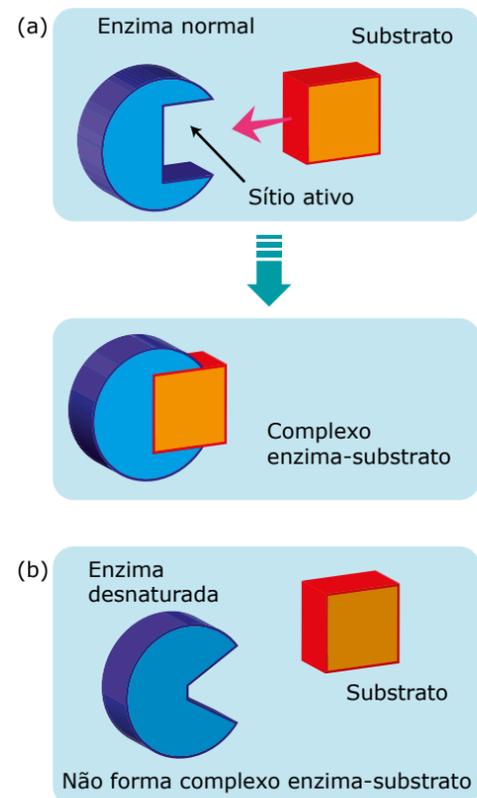
O mecanismo de a o das enzimas sobre os seus respectivos substratos frequentemente é comparado ao modelo da **chave-fechadura**, ou seja, assim como cada chave se encaixa numa fechadura específica, cada enzima permite o "encaixe" de um substrato específico.



Mecanismo de a o das enzimas.

O local da molécula enzimática onde o substrato se "encaixa"   denominado sítio ativo ou centro ativo da enzima. Para que possa ocorrer esse "encaixe", a configuração molecular do substrato precisa ser compatível com a configuração do sítio ativo da enzima. Uma vez ocorrido esse "encaixe", forma-se o chamado complexo enzima-substrato, que acelera o processo reativo. Ao término da reação, quando os produtos já estiverem formados, a molécula da enzima se liberta e pode combinar-se a uma outra molécula de substrato, repetindo-se o processo. As enzimas, assim como todos os catalisadores, não se gastam ou não são consumidas durante a reação. Por isso, uma enzima, ao participar de uma reação química, chega ao fim com sua estrutura inalterada, o que permite que a mesma molécula enzimática possa atuar várias vezes desde que seja preenchido o requisito da especificidade.

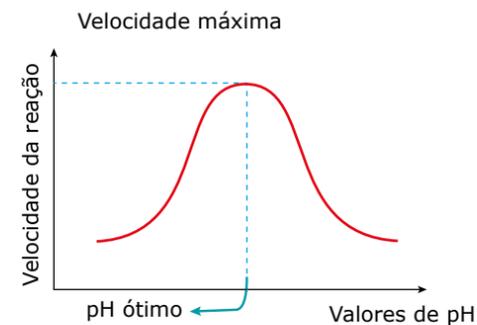
Durante muito tempo, o modelo da chave-fechadura, que admite que o sítio ativo possui um molde rígido semelhante a uma fechadura, na qual se encaixaria uma chave (substrato), foi totalmente aceito. Em 1946, Linus Pauling demonstrou que o modelo chave-fechadura era inadequado porque a ideia da enzima totalmente complementar ao substrato é energeticamente pouco eficiente. Pauling admitiu que, no início da reação, a enzima não precisa ser totalmente complementar ao substrato, precisando sê-lo somente durante o "estado de transição". Baseando-se na ideia de Linus Pauling, em 1958, o químico Daniel Koshland propôs o modelo do encaixe-induzido, que admite a flexibilidade do sítio ativo, ou seja, o sítio ativo pode sofrer mudanças temporárias de conformação para encaixar-se totalmente ao substrato. Desse modo, a enzima, durante a reação, pode mudar de forma temporariamente, voltando depois à sua estrutura original.



Representação de uma enzima normal (a) e uma enzima desnaturada (b).

Enquanto temperaturas muito elevadas desnaturam as enzimas, destruindo-as, temperaturas muito baixas apenas inativam ou paralisam as suas atividades, sem, contudo, destruí-las. Quando a temperatura baixa volta às condições normais, a enzima também retorna às suas atividades catalisadoras normais.

As enzimas também sofrem influência do pH do meio em que está ocorrendo a reação. Cada enzima só funciona dentro de uma determinada faixa de pH e, dentro dessa faixa de atuação, existe um pH no qual a sua atividade é máxima: é o chamado pH "ótimo" da enzima.

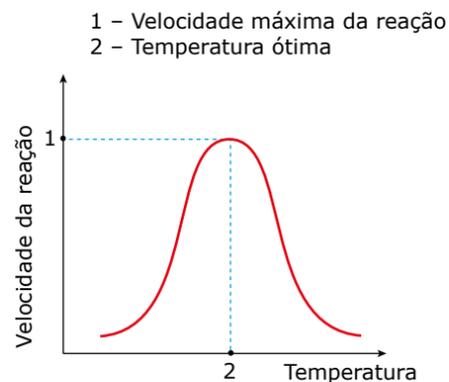


Influência do pH sobre a velocidade da reação catalisada por uma enzima.

Desde que a quantidade de enzimas no meio se mantenha constante, sua ação é proporcional à concentração do substrato. Assim, quanto maior a concentração do substrato,

Influência da temperatura, pH e concentração do substrato

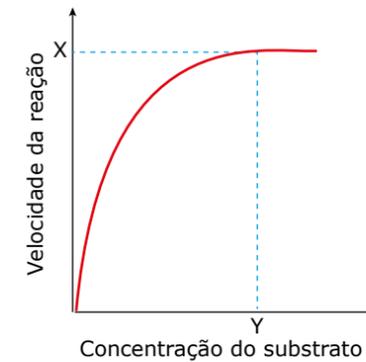
Cada enzima só funciona dentro de uma determinada faixa de temperatura e, dentro dessa faixa de atuação, existe uma temperatura "ótima" na qual a atividade catalisadora da enzima é máxima. A temperatura "ótima" das enzimas não é a mesma para todas as espécies de seres vivos. No caso de certas espécies de peixes que vivem no Ártico, por exemplo, ela pode ser próxima de 0 °C; em certas bactérias e algas que vivem em fontes de águas térmicas, é de cerca de 80 °C. Entretanto, para a maioria das espécies de seres vivos, a temperatura "ótima" das enzimas fica na faixa de 37 °C a 40 °C. Na espécie humana, por exemplo, é de, aproximadamente, 37 °C.



Influência da temperatura na velocidade da reação catalisada por enzima.

Lembre-se de que a maioria das enzimas tem natureza proteica e de que as proteínas, quando submetidas a temperaturas muito elevadas, sofrem o processo de desnaturação. Assim, em temperaturas elevadas, uma enzima sofre desnaturação, perdendo sua capacidade de atuar como catalisador. A enzima desnaturada pela temperatura elevada tem sua forma alterada; com isso, o sítio ativo modifica-se, não permitindo mais a formação do complexo enzima-substrato.

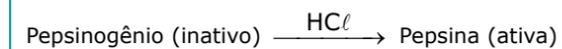
mais rapidamente se dará a reação, até que se atinja um ponto de saturação a partir do qual, ainda que aumente a concentração do substrato, a velocidade da reação não mais aumentará. Nesse ponto de saturação, a velocidade da reação enzimática atinge um valor máximo.



Influência da concentração do substrato na velocidade da reação catalisada por enzima.

Ativadores e inibidores

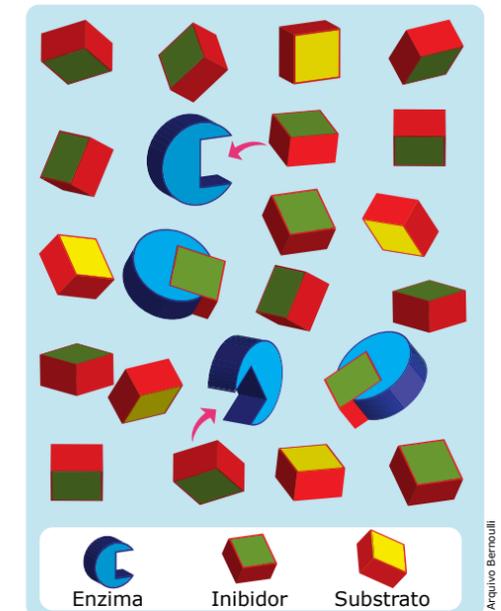
Às vezes, as enzimas são produzidas numa forma inativa. Essas enzimas inativas são chamadas genericamente de proenzimas ou zimogênios. As proenzimas ainda não têm participação ativa nas reações químicas, isto é, não são capazes de agir como catalisadores. Entretanto, podem ser ativadas por outras substâncias, chamadas genericamente de ativadores enzimáticos. Isso ocorre, por exemplo, no nosso estômago, onde o pepsinogênio (enzima inativa) é ativado pelo HCl (ácido clorídrico) do suco gástrico, transformando-se em pepsina (enzima ativa). Nesse exemplo, o ativador enzimático é o HCl do suco gástrico.



Certas substâncias são capazes de bloquear ou inativar a ação das enzimas. Tais substâncias são denominadas inibidores enzimáticos. O íon cianeto (CN⁻), por exemplo, tem a capacidade de inibir a enzima citocromo-oxidase, que é indispensável às reações da respiração celular. Com essa enzima inativada, as células param de realizar a respiração e morrem.

Quando o inibidor é uma molécula que compete com o substrato de uma enzima pela fixação no sítio ativo, a inibição é chamada de competitiva ou por competição. Na inibição competitiva, o inibidor possui moléculas muito semelhantes às do substrato, e, por isso, tais moléculas também são capazes de se "encaixar" nos sítios ativos das enzimas, onde normalmente se "encaixam" as moléculas do substrato. Uma vez que tanto o substrato como o inibidor podem ligar-se à enzima, diz-se que eles competem entre si pelo sítio ativo da enzima.

A enzima, uma vez ligada ao inibidor, não pode ligar-se ao substrato e, conseqüentemente, não pode catalisar a reação que transforma o substrato em determinados produtos. Assim, é como se não existisse a enzima no meio.



Inibição competitiva.

A probabilidade de ligações entre a enzima e o substrato ou entre a enzima e o inibidor depende da concentração desses componentes no meio. Se a concentração do substrato for maior que a do inibidor, a probabilidade de encontros entre as moléculas das enzimas e do substrato aumenta, enquanto as chances da enzima e do inibidor se ligarem diminuem. Por outro lado, se a concentração do inibidor for maior que a do substrato, a probabilidade de encontros entre enzimas e inibidores será bem maior. Portanto, na inibição por competição, mantendo-se a quantidade de enzimas constante, o grau de inibição depende da concentração do inibidor e da concentração do substrato no meio em que se realiza a reação.

Muitos inibidores enzimáticos têm grande interesse para a medicina, uma vez que são usados para combater micro-organismos causadores de doenças. O antibiótico penicilina, por exemplo, age sobre as bactérias, inibindo uma importante enzima desses micro-organismos que atua na reação responsável pela formação da parede celular da bactéria. Sem parede celular, esses micro-organismos tornam-se muito frágeis, rompem-se com facilidade e morrem.



Proteínas

Nessa videoaula, estudaremos sobre o segundo composto mais abundante em nosso corpo: as proteínas.



GKT8

06. (UFRGS-RS-2018) Nos seres vivos, as enzimas aumentam a velocidade das reações químicas.

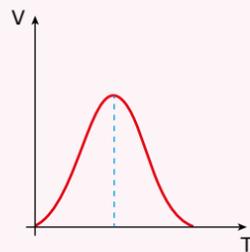
Assinale com V (verdadeiro) ou F (falso) as afirmações a seguir, referentes às enzimas.

- () 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) V - V - F - F. C) V - F - F - V. E) F - F - V - V.
 B) V - F - V - F. D) F - V - F - V.

07. (PUC-SP) O gráfico seguinte relaciona a velocidade de uma reação química catalisada por enzimas com a temperatura na qual esta reação ocorre.



É correto afirmar que

- A) a velocidade da reação independe da temperatura.
 B) existe uma temperatura ótima na qual a velocidade da reação é máxima.
 C) a velocidade aumenta proporcionalmente à temperatura.
 D) a velocidade diminui proporcionalmente à temperatura.
 E) a partir de uma certa temperatura, inverte-se o sentido da reação.

08. (UFG-GO) Uma reportagem em relação à definição do que é o leite de fato foi veiculada na *Folha de S. Paulo*, edição do dia 16/09/2012 (página C7). Segundo essa reportagem: "leite é um produto natural composto de água, gordura, vitaminas, proteínas, enzimas e lactose...".

Dentre essas substâncias mencionadas, a classe que é um catalisador biológico é a

- A) dos lipídios. C) das enzimas. E) dos glicídios.
 B) dos minerais. D) das vitaminas.

09. (UESPI) O funcionamento dos organismos vivos depende de enzimas, as quais são essenciais às reações metabólicas celulares. Essas moléculas

- A) possuem cadeias nucleotídicas com dobramentos tridimensionais que reconhecem o substrato numa reação do tipo chave-fechadura.
 B) diminuem a energia de ativação necessária à conversão dos reagentes em produtos.
 C) aumentam a velocidade das reações químicas quando submetidas a pH maior que 8,0 e menor que 6,0.
 D) são desnaturadas em temperaturas próximas de 0 °C, paralisando as reações químicas metabólicas.
 E) são consumidas em reações metabólicas exotérmicas, mas não alteram o equilíbrio químico.

10. (UFRJ) Duas substâncias A e B, ao reagirem à temperatura de 25 °C, geram um produto AB. Essa reação é muito lenta. Quando se acrescenta a substância X, que pode ser um catalisador inorgânico ou então uma enzima, a velocidade dessa reação aumenta acentuadamente.

Para se investigar a natureza da substância X, realizam-se vários experimentos para medir a velocidade da reação (concentração do composto AB depois de cinco minutos de reação).

Os resultados estão na tabela a seguir:

Experimento número	Temperatura (°C)	Substância A B X	Velocidade da reação
I	25	(+) (+) (-)	0,5
II	25	(+) (+) (+)	85,0
III	100	(+) (+) (+)	0,6
IV	25 (*)	(+) (+) (+)	0,6

(*) No experimento IV, a substância X foi preaquecida a 100 °C, depois resfriada a 25 °C e só então acrescentada ao tubo contendo as substâncias A e B.

(+) Indica presença e (-) indica ausência.

Com base nos resultados da tabela e sabendo-se que as substâncias A e B não degradam a 100 °C, indique se a substância X é um catalisador inorgânico ou uma enzima. Justifique sua resposta.

11. (FMJ-SP) Fundamentais para regular o metabolismo celular, as enzimas são sintetizadas a partir da ação dos genes. É correto afirmar que as enzimas

- A) sofrem desnaturação em temperatura elevada, fenômeno que resulta em moléculas mais eficazes na sua atividade de reação.
 B) são inespecíficas aos substratos, nos quais reagem em sítios de ligação e, após a reação, os produtos são liberados para uso da célula.
 C) aumentam a energia de ativação necessária para a ocorrência de uma reação química, facilitando a obtenção de substâncias úteis à célula.
 D) aumentam a velocidade das reações químicas sem a necessidade de elevar a temperatura porque diminuem a energia de ativação.
 E) têm atividade controlada pela temperatura do meio, independentemente das concentrações de substrato e do pH existentes.

12. (UEG-GO) As enzimas são moléculas de proteínas que funcionam como efetivos catalisadores biológicos. A sua presença nos seres vivos é essencial para viabilizar as reações químicas, as quais, em sua ausência, seriam extremamente lentas ou até mesmo não ocorreriam. Considerando-se a propriedades desses biocatalisadores, constata-se o seguinte:

- A) A mioglobina presente nos músculos é um exemplo de enzima.
 B) As enzimas aumentam a energia de ativação de uma reação química.
 C) Com o aumento da temperatura, a atividade catalítica atinge um ponto máximo e depois diminui.
 D) Essas moléculas alteram a posição de equilíbrio das reações químicas.

SEÇÃO ENEM

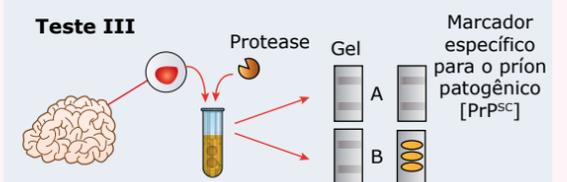
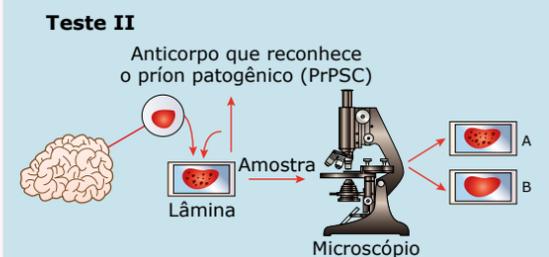
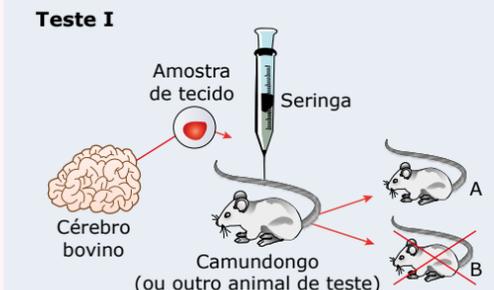
01. (Enem) Na década de 1940, na Região Centro-Oeste, produtores rurais, cujos bois, porcos, aves e cabras estavam morrendo por uma peste desconhecida, fizeram uma promessa, que consistiu em não comer carne e derivados até que a peste fosse debelada. Assim, durante três meses, arroz, feijão, verduras e legumes formaram o prato principal desses produtores.

O HOJE. 15 out. 2011 (Adaptação).

Para suprir o *deficit* nutricional a que os produtores rurais se submetem durante o período da promessa, foi importante eles terem consumido alimentos ricos em

- A) vitaminas A e E.
 B) frutose e sacarose.
 C) aminoácidos naturais.
 D) aminoácidos essenciais.
 E) ácidos graxos saturados.

02. (Enem) Três dos quatro tipos de testes atualmente empregados para a detecção de príons patogênicos em tecidos cerebrais de gado morto são mostrados nas figuras a seguir. Uma vez identificado um animal morto infectado, funcionários das agências de saúde pública e fazendeiros podem removê-lo do suprimento alimentar ou rastrear os alimentos infectados que o animal possa ter consumido.



Legenda: PrP^{Sc} - proteínas do príon

SCIENTIFIC AMERICAN BRASIL. ago. 2004 (Adaptação).

Analisando os testes I, II e III, para a detecção de príons patogênicos, identifique as condições em que os resultados foram positivos para a presença de príons nos três testes.

- A) Animal A, lâmina B e gel A.
- B) Animal A, lâmina A e gel B.
- C) Animal B, lâmina A e gel B.
- D) Animal B, lâmina B e gel A.
- E) Animal A, lâmina B e gel B.

03. (Enem) A tabela a seguir representa, nas diversas regiões do Brasil, a porcentagem de mães que, em 2005, amamentavam seus filhos nos primeiros meses de vida.

Região	Período de aleitamento	
	até o 4º mês (em %)	de 9 meses a 1 ano (em %)
Norte	85,7	54,8
Nordeste	77,7	38,8
Sudeste	75,1	38,6
Sul	73,2	37,2
Centro-Oeste	83,9	47,8

MINISTÉRIO DA SAÚDE. 2005.

Ao ingerir leite materno, a criança adquire anticorpos importantes que a defendem de doenças típicas da primeira infância. Nesse sentido, a tabela mostra que, em 2005, percentualmente, as crianças brasileiras que estavam mais protegidas dessas doenças eram as da Região

- A) Norte.
- B) Nordeste.
- C) Sudeste.
- D) Sul.
- E) Centro-Oeste.

04. (Enem) O milho-verde recém-colhido tem sabor adocicado. Já o milho-verde comprado na feira, um ou dois dias depois de ser 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 adocicado do milho-verde pode-se usar o seguinte procedimento em três etapas:

1. Descascar e mergulhar as espigas em água fervente por alguns minutos.
2. Resfriá-la em água corrente.
3. 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; o amido saturado 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 do oxigênio e a oxidação da glicose.
- C) As enzimas responsáveis pela conversão desses carboidratos em amido são desnaturadas pelo tratamento com água fervente.
- D) Micro-organismos que, ao retirarem os 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 no qual ocorreria espontaneamente a transformação desses carboidratos em amido.

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

- 01. D
- 02. B
- 03. D
- 04. C
- 05. A

Propostos

Acertei _____ Errei _____

- 01. B
- 02. D
- 03. E
- 04. Evitar a ingestão de alimentos que contenham taxas elevadas de fenilalanina, pois os fenilcetonúricos não são capazes de metabolizar esse aminoácido e correm o risco de apresentar graves distúrbios metabólicos com consequências irreversíveis.
- 05. C
- 06. E
- 07. B
- 08. C
- 09. B
- 10. A substância X é uma enzima (catalisador orgânico) porque a reação deixou de ocorrer quando a temperatura foi elevada, causando a desnaturação da enzima.
- 11. D
- 12. C

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

- 01. D
- 02. C
- 03. A
- 04. C



Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %