



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA- UFRA
INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL E DE RECURSOS HÍDRICOS - ISARH
DISCIPLINA BIOQUÍMICA**

MÓDULO II
AMINOÁCIDOS, PROTEÍNAS E ENZIMAS

PROFESSORAS RESPONSÁVEIS:

Prof^ª. Dr^ª. Joanne Moraes de Melo Souza

Prof^ª. Dr^ª. Marília Danyelle Nunes Rodrigues

**Belém - PA
2020**

Sumário

Apresentação	3
Lista de elementos gráficos	4
1. Módulo II - Aminoácidos, Proteínas e Enzimas	5
2. Aminoácidos	6
3. Estrutura comum dos aminoácidos	6
4. Proteínas	13
5. Estrutura Protéica	13
6. Dobramento das Proteínas	14
7. Desnaturação das Proteínas	14
8. Função Protéica	16
9. Enzimas	16
10. Classificação de Enzimas	17
11. Funcionamento enzimático	18
12. Principais fatores que interferem a reação enzimática	20
13. Enzimas regulatórias	24
14. Mapa mental	26
15. Resumo	27
16. Referências	28
17. Referências das Figuras	27
18. Indicação de leitura	29
19. Hora da atividade	30

APRESENTAÇÃO



Prezados (as) alunos (as), sejam bem-vindos (as) a nossa Disciplina Bioquímica.

A Bioquímica é uma ciência que estuda os constituintes celulares e funcionamento da célula (metabolismo celular) comuns a todos os organismos vivos (vegetais, animais ou microrganismos).

A Bioquímica é considerada uma ciência multidisciplinar, porque envolve conhecimentos de várias outras ciências como biologia, química, matemática, física entre outras.

É uma disciplina essencial para todas as profissões relacionadas a ciências da vida, pois através dela entendemos a nível molecular o funcionamento dos organismos vivos, possuindo conteúdos básicos para o entendimento de outras disciplinas profissionalizantes dos cursos como nutrição animal, genética e melhoramento, Processamento Tecnológico de produtos de origem animal, farmacologia, microbiologia, toxicologia e fisiologia animal e vegetal.

Todos os organismos vivos são constituídos de bilhões de células, suas menores unidades funcionais, que controlam o organismo vivo como um todo. Portanto, para entender os organismos vivos é essencial estudar a célula, seu funcionamento e seus constituintes comuns e aqueles que os diferenciam. E assim, você conseguirá manipular medicamentos para que sejam absorvidos mais eficientemente, entender os nutrientes necessários para um vida mais saudável e uma maior produção (de leite, carne, frutos), como tratar algumas doenças, como ocorre algumas reações toxicológicas e como melhorar geneticamente aquele organismo.

Assim, o presente material de estudo tem como objetivo apresentar ideias, conceitos e ferramentas que auxiliem nos estudos e gerem reflexões sobre a bioquímica.

A disciplina Bioquímica possui **68h** e é ofertada para os cursos de Agronomia, Engenharia Florestal, Medicina Veterinária, Zootecnia, Engenharia Ambiental e Biologia na UFRA.

Para facilitar o aprendizado o material didático da disciplina Bioquímica segue a concepção de **trilhas de aprendizagem**, e é dividida em XIII módulos de acordo com os seguintes conteúdos detalhados abaixo:

Módulo I - Introdução à Bioquímica e água

Módulo II - Aminoácidos, Proteínas e Enzimas

Módulo III - Carboidratos

Módulo IV - Lipídios

Módulo V - Ácidos Nucleicos

Módulo VI - Degradação Oxidativa de Carboidratos I

Módulo VII - Degradação Oxidativa de Carboidratos II

Módulo VIII - Degradação oxidativa de Lipídios

Módulo IX - Degradação Oxidativa de Proteínas

Módulo X - Biossíntese de Carboidratos

Módulo XI - Biossíntese de Lipídios

Módulo XII - Biossíntese de Aminoácidos e Nucleotídeos

Módulo XIII - Biossíntese de Acidos Nucleicos e Proteínas

Lista de Elementos Gráficos

Durante a sua leitura neste material impresso, você encontrará os símbolos apresentados abaixo. Desse modo, preste atenção nos seus significados, pois eles o orientarão você nas atividades.



IMPORTANTE

Destaca **algo importante** do assunto e que **não deve ser esquecido!!**



INDICAÇÃO DE LEITURA

Sugestões de livros, sites, vídeos, etc



VOCÊ SABIA?

Indica alguma curiosidade sobre o tema.



SAIBA MAIS!

Indica apresentação de notas ou aprofundamento sobre o assunto.



HORA DA ATIVIDADE!

Indica que você terá uma atividade para realizar.



RESUMO

Apresentação do resumo dos temas mais relevantes abordados na unidade.



REFERÊNCIAS

Indica todas as referências utilizadas no módulo.

MÓDULO II - AMINOÁCIDOS, PROTEÍNAS E ENZIMAS



Prezado (a) Aluno (a),

Seja bem-vindo (a) ao Módulo II: **Aminoácidos, Proteínas e Enzimas**

Neste **Módulo II** iniciaremos o estudo das biomoléculas que são constituintes das células de todos os organismos vivos. Vamos iniciar nossa jornada a partir dos aminoácidos, proteínas e enzimas. O módulo tem por objetivo geral apresentar a vocês conceitos, estruturas comuns, classificação, propriedades, função e importância dos aminoácidos e proteínas nas células.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS DO MÓDULO I I

Ao final do **Módulo II** esperamos que você possa:

- Ter um panorama geral sobre o que são aminoácidos, proteínas e enzimas;
- Conhecer as estruturas comuns dos aminoácidos, proteínas e enzimas, como diferenciá-los e classificá-los;
- Compreender as propriedades, função e importância destas biomoléculas para os organismos vivos;

Bons estudos!

AMINOÁCIDOS

As proteínas são as moléculas biológicas mais abundantes, ocorrendo em todas as células dos organismos vivos e em todas as partes das células. Como já vimos as proteínas são polímeros formadas por subunidades relativamente simples chamadas de aminoácidos. Todas as proteínas são formadas a partir do mesmo conjunto de 20 aminoácidos ligados por ligações covalentes. Mas o que são aminoácidos? Aminoácidos são as menores unidades (monômeros) dos peptídeos, proteínas e enzimas. A união entre dois aminoácidos, forma um dipeptídeo, assim como três unem-se formando um tripeptídeo e assim sucessivamente, sendo que a união de vários aminoácidos irá dar origem a uma cadeia polipeptídica.

ESTRUTURA COMUM DOS AMINOÁCIDOS



Todos os 20 aminoácidos (AA) comuns que formam as proteínas são α -aminoácidos. Eles possuem um átomo de carbono (C), chamado de carbono alfa, que possui ligação com um grupo carboxila ou ácido carboxílico COOH (ácido) e um grupo amina NH₂ (básico), um hidrogênio H e uma cadeia lateral ou grupo R (Figura 1). Os aminoácidos diferem uns dos outros em suas cadeias laterais ou grupo R, que variam em estrutura, tamanho e carga, e que influenciam a solubilidade dos aminoácidos em água. Além desses 20 aminoácidos existem diversos menos comuns, mas que não são constituintes de proteínas.

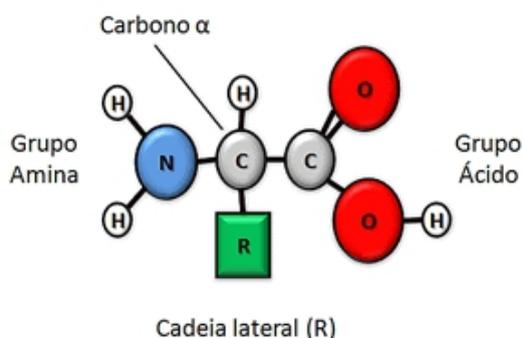


Figura 1. Estrutura Básica de de um aminoácido. Fonte: <http://maxaug.blogspot.com/2013/02/os-aminoacidos-as-proteinas-e-as.html>



Para todos os aminoácidos comuns, exceto a glicina, o carbono alfa é quiral, possuindo quatro grupos diferentes. Graças a esse carbono quiral os aminoácidos possuem dois estereoisômeros possíveis, chamados de enantiômeros. Aminoácidos com o grupo amina (NH₂) à esquerda são denominados de L- aminoácidos, e os com o grupo amina (NH₂) à direita, D-aminoácidos (Figura 2).

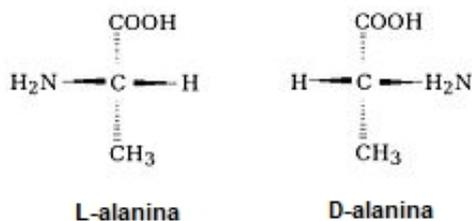


Figura 2. Projeção de Fischer dos aminoácidos e estereoisômeros do aminoácido alanina L e D. Fonte: <https://www.infoescola.com/bioquimica/alanina>

Esse sistema D, L é usada para açúcares e aminoácidos, e é baseada na configuração absoluta do açúcar de três átomos de carbono gliceraldeído proposta por Fisher em 1981 e que tem referencia apenas aos quatro constituintes do Carbono quiral, e que nem sempre tem a ver com as propriedades ópticas da molécula em ser levorrotatória (rotação do plano de luz polarizada para a esquerda) ou destrorrotatória (rotação do plano de luz polarizada para a direita). Assim, nem todos os aminoácidos L são levorrotatórios.



VOCÊ SABIA?

É impressionante, mas praticamente os resíduos de aminoácidos de proteínas em organismos biológicos são exclusivamente estereoisômeros L; Resíduos de D-aminoácidos tem sido encontrados em somente poucos, e geralmente em peptídeos pequenos, incluindo peptídeos em bactérias e certos peptídeos antibióticos. Isso ocorre porque os sítios ativos das enzimas são assimétricos e catalisam reações estereoespecíficas.

CLASSIFICAÇÃO DOS AMINOÁCIDOS QUANTO AO GRUPAMENTO R



Os 20 aminoácidos comuns podem ser agrupados em cinco classes principais com base nas propriedades dos seus grupos R, desta forma o grupamento pode ser **apolar alifático, aromático, polar (não-carregado), carregado positivamente (básico), carregado negativamente (ácido)**.

a) GRUPOS R APOLARES, ALIFÁTICOS

Os grupos R nesta classe de aminoácidos são as metilas que são apolares e hidrofóbicos devido a pouca afinidade com água. Os aminoácidos apolares tendem a se agrupam no interior das proteínas, estabilizando a estrutura proteica por meio de interações hidrofóbicas. São esses aminoácidos: **alanina, valina, leucina e isoleucina, glicina, metionina e prolina**. A **glicina** possuem a estrutura mais simples e embora agrupado neste grupo sua pequena cadeia lateral não contribui nas interações hidrofóbicas. A **metionina** é um dos dois aminoácidos que possuem enxofre (S) possui um grupo tioéster apolar em sua cadeia lateral. A **prolina** possui cadeia lateral R alifática com estrutura cíclica distinta e rígida. A prolina influencia fortemente as proteínas em que fazem parte reduzindo sua flexibilidade nas regiões das proteínas que

possuem prolina (Figura 3). Esse aminoácido faz parte da constituição da proteína colágeno em tendões, pele e ossos. Já em plantas, o aminoácido prolina está envolvido no mecanismo de proteção de plantas sob estresse hídrico.

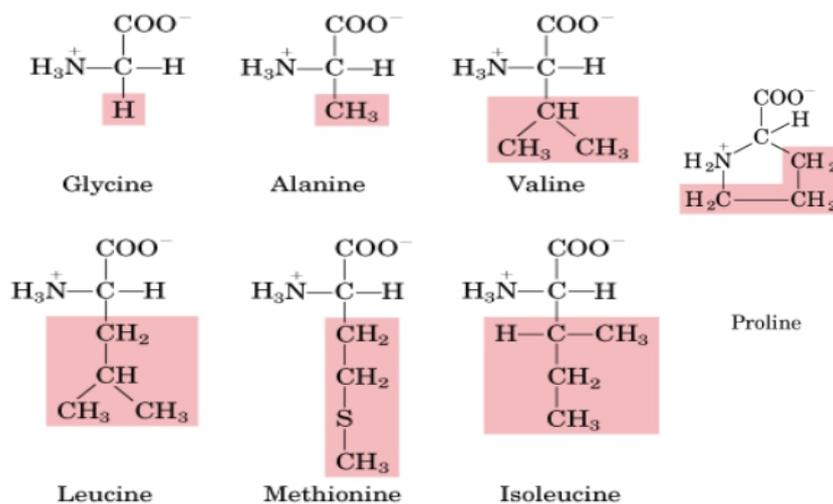


Figura 3. Aminoácidos com cadeia lateral R apolares, alifático. Fonte:

http://sevuprimero.weebly.com/uploads/9/8/6/3/9863937/estructura_y_propiedades_de_pptidos_y_aminocidos_fabin_rodriguez.pdf

b) GRUPOS R AROMÁTICOS

Aminoácidos cujas cadeias laterais R são aromáticas, ou seja, possuem o anel benzênico, são relativamente apolares podendo participar de interações hidrofóbicas. A **fenilalanina** é o mais apolar. O grupo hidroxila (OH) da **tirosina** e o N do anel indólico **triptofano** pode formar ligações de hidrogênio com a água (figura 4).

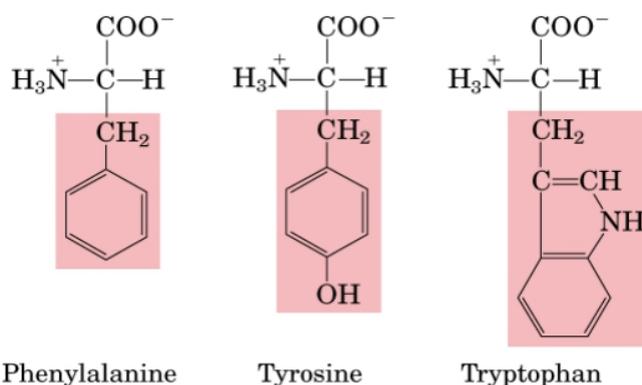


Figura 4. Aminoácidos de cadeia lateral R aromáticos. Fonte:

http://sevuprimero.weebly.com/uploads/9/8/6/3/9863937/estructura_y_propiedades_de_pptidos_y_aminocidos_fabin_rodriguez.pdf

c) GRUPOS R POLARES NÃO CARREGADOS

Os aminoácidos com cadeia lateral polar não carregado ou polar neutros são a

Serina, Treonina, Serina, Aspargina e Glutamina. Os grupos R destes aminoácidos são mais solúveis em água, ou mais hidrofílicos porque eles contêm grupos funcionais que formam ligações de hidrogênio com a água. Os grupos hidroxila (OH) e os grupos amida (NH₂ ligado a carbonila C=O) são os que contribuem para essa polaridade. Porém essas cadeias laterais não possuem carga (Figura 5).

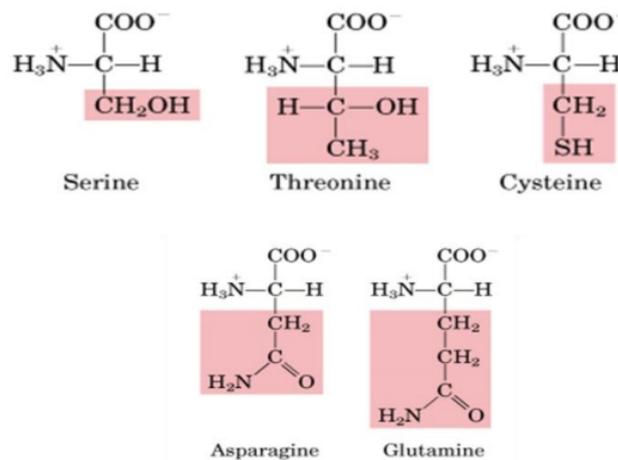


Figura 5. Aminoácidos de cadeia lateral R polar não carregado ou neutros. Fonte: http://sevuprimero.weebly.com/uploads/9/8/6/3/9863937/estructura_y_propiedades_de_pptidos_y_aminocidos_fabin_rodriguez.pdf

O aminoácido **cisteína** são prontamente oxidado formando um outro aminoácido chamado Cistina unido por PONTES DISSULFETO (S-S). As pontes dissulfeto são especialmente importantes para a estabilização de diversas proteínas, por exemplo, a insulina bovina (Figura 6).

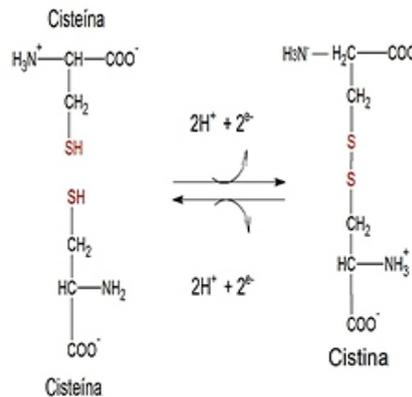


Figura 6. Formação do aminoácido cistina através da oxidação e ligação por pontes dissulfeto entre dois aminoácidos cisteína; Fonte: Fonte: http://graduacao.iqsc.usp.br/files/Aula04BioI_Prote%C3%ADnas.pdf

d) GRUPOS R CARREGADOS POSITIVAMENTE (BÁSICOS)

Há três aminoácidos (**histidina, lisina e arginina**) que possuem cadeias laterais básicas, e em todos e eles a cadeia lateral possui carga positiva em pH neutro (7,0). Possuem um grupo amino (NH₂) e carga positiva na cadeia lateral, são mais hidrofílicos

e básicos pelo grupo amino da cadeia lateral aceitar facilmente mais um hidrogênio (H) tornando-se NH_3^+ (Figura 7) .

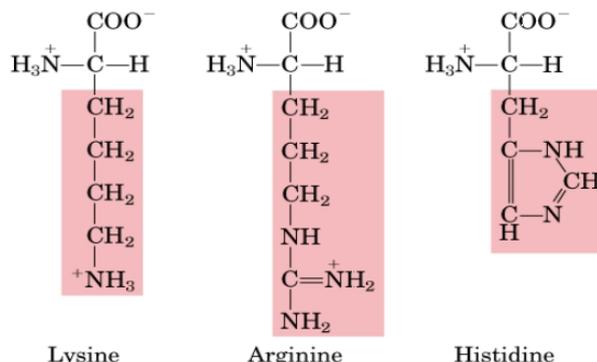


Figura 7. Aminoácidos com cadeia lateral R carregados positivamente (básicos). Fonte: http://sevuprimero.weebly.com/uploads/9/8/6/3/9863937/estructura_y_propiedades_de_pptidos_y_aminocidos_fabin_rodriguez.pdf

e) GRUPOS R CARREGADOS NEGATIVAMENTE (ÁCIDOS)

Os dois aminoácidos que apresentam grupos R com carga negativa final em pH 7,0 são o **aspartato** e o **glutamato**, cada um dos quais tem um segundo grupo carboxila, o que garante essa característica (Figura 8).

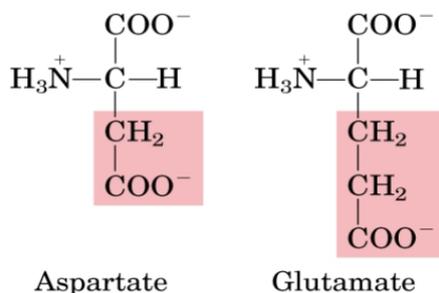


Figura 8. Aminoácidos com grupos R carregados negativamente (ácidos). Fonte: http://sevuprimero.weebly.com/uploads/9/8/6/3/9863937/estructura_y_propiedades_de_pptidos_y_aminocidos_fabin_rodriguez.pdf

AMINOÁCIDOS ESPECIAIS

Além dos 20 aminoácidos comuns, as proteínas podem conter resíduos modificados de resíduos comuns que já faziam parte de um polipeptídeo. Entre esses aminoácidos incomuns estão a **4-hidroxiprolina**, um derivado da prolina, e a **5-hidroxilisina**, derivada da lisina (Figura 9). O primeiro é encontrado em proteínas da parede celular de células vegetais e ambos são encontrados no colágeno, proteína fibrosa de tecidos conectivos.

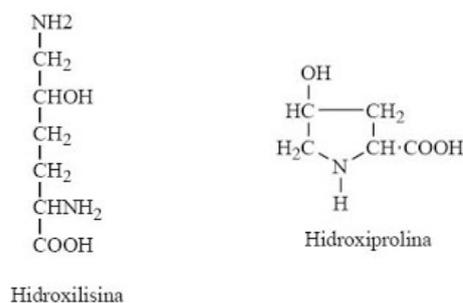


Figura 9. 4-hidroxirolina, um derivado do aminoácido prolina, e Hidroxislisina, derivado do aminoácido lisina. Fonte: <http://bioquimica-basica.blogspot.com/2007/09/aminocidos-e-protenas-i.html>

Existem também a classificação de aminoácidos de acordo com a essencialidade para os animais, o qual podem ser classificados como: **essenciais (indispensáveis) e não essenciais**. Os aminoácidos essenciais são aqueles que não são sintetizados no organismo animal ou não o são em quantidades suficientes, devendo, pois, constar na dieta em tipo e em quantidades que variam de acordo com cada espécie animal. E os aminoácidos classificados como não essenciais são aqueles que normalmente podem ser sintetizados pelos animais.

PROPRIEDADES DOS AMINOÁCIDOS

Aminoácidos podem atuar como ácidos e bases, substâncias com essa natureza dupla são **anfóteras ou anfólitais**. Os grupos amino (NH_2) e carboxila (COOH), juntamente com os grupos R ionizáveis de alguns aminoácidos que possuem mais uma amina ou mais uma carboxila, funcionam como ácidos e bases fracos (com capacidade de perder ou ganhar prótons H^+).

Quando um aminoácido sem um grupo R ionizável é dissolvido em água **em pH neutro, ele passa ser um sal interno ou íon dipolar ou zwitterion**, com carga positiva devido a absorção de H^+ pela amina que se torna NH_3^+ e com carga negativa pela perda do H^+ pelo ácido carboxílico COOH que se torna COO^- . Assim, em soluções neutras ou em ponto isoelétrico (PI) assumem característica bipolar. Porém, quando em **soluções ácidas comportam-se como uma base** acceptora de prótons (H^+) ficando com carga positiva (NH_3^+), enquanto em **soluções básicas se comportam como ácidos** doando prótons e ficando com cargas negativas COO^- (Figura 10).

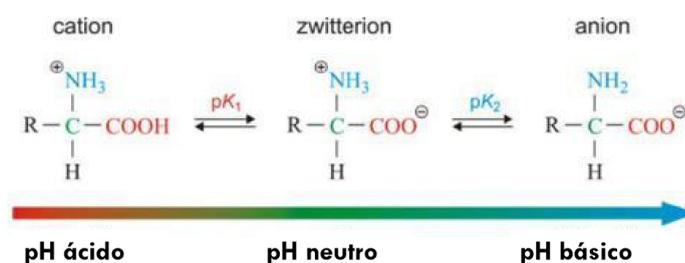


Figura 10. Formas dos aminoácidos em diferentes pH. Fonte: <https://brainly.com.br/tarefa/23306482>.

Devido a esta propriedade, os aminoácidos possuem curvas de titulação características, sendo pK1, o pH onde o aminoácido está completamente protonado com carga positiva e se encontra em pH baixo ($\text{NH}_3^+\text{-CH}_2\text{-COOH}$), a medida que há aumento do pH com a titulação o aminoácido começa a perder prótons até atingir o PI (ponto isoeletrico ou pH isoeletrico), pH onde o aminoácido se encontra na forma dipolar ($\text{NH}_3^+\text{-CH}_2\text{-COO}^-$). O segundo estágio da titulação pK2 corresponde a remoção completa do próton H^+ do grupo amino ficando o aminoácido com carga apenas negativa ($\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-COO}^-$).

As cargas elétricas influenciam na solubilidade da molécula de aminoácido. No PI os aminoácidos se atraem, há pouca interação deles com o meio aquoso, diminuindo a sua solubilidade e formando precipitados. Desta forma conhecer o PI dos aminoácidos facilita o entendimento de qual pH é mais fácil separar um aminoácido dos outros, facilitando assim o seu estudo.



LIGAÇÃO PEPTÍDICA

Duas moléculas de aminoácidos são ligadas de modo covalente (ligação forte) por meio de uma **ligação peptídica**. Tal ligação é formada pela remoção de uma hidroxila de um grupo alfa-carboxila (COOH) de um aminoácido e de um hidrogênio (H) de um grupo alfa-amino (NH_2) do outro aminoácido, liberando uma molécula de água (reação de desidratação). A ligação peptídica é uma reação de condensação. Peptídeos e proteínas contêm um grupo amino (NH_2) e um grupo carboxila (COOH) livres chamado, respectivamente, de extremidade N-terminal ou aminoterminal, e extremidade C-terminal ou carboxiterminal e que ficam em extremidades opostas da cadeia (Figura 11).

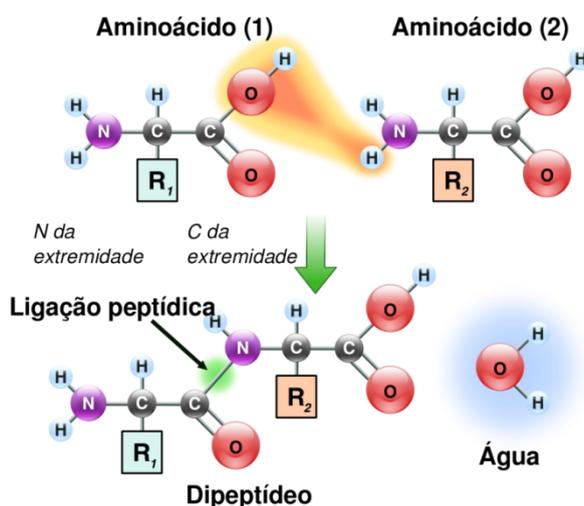


Figura 11. Formação de um dipeptídeo através da ligação peptídica por condensação de dois resíduos de aminoácidos. Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Peptidformationball_pt_BR.svg



Dois aminoácidos se ligam por uma ligação peptídica formando um **dipeptídeo**. Três resíduos de aminoácidos se ligam através de duas ligações peptídicas formando um **tripeptídeo** e assim por diante. Quando poucos aminoácidos se ligam desta forma são chamados de **olipeptídeos**. Quando muitos aminoácidos se ligam, o produto é chamado de polipeptídeo ou cadeia **polipeptídica**. Peptídeos e polipeptídeos podem ocorrer com vários tamanhos e composições apresentando importantes funções biológicas, tais como venenos de cogumelos, diversos antibióticos e hormônios.

PROTEÍNAS



Proteínas são polímeros, moléculas formadas por milhares de resíduos de aminoácidos e normalmente possuem alto peso molecular (mais de 10.000 de massas moleculares). As proteínas de todo organismo, são formadas a partir do mesmo conjunto de 20 aminoácidos em sequências diferentes. Elas controlam praticamente todos os processos que ocorrem em uma célula, são os produtos da expressão gênica obtidas a partir do processo de tradução do RNA no citoplasma. As proteínas possuem inúmeras funções nos organismos, podendo gerar produtos diversos como enzimas, hormônios, anticorpos, transportadores, fibras musculares, proteínas das lentes dos olhos, penas, teias de aranhas e outras substâncias com atividades diferentes. Entre esses produtos, as enzimas são as mais variadas e especializadas.

Na **síntese proteica**, a informação contida no DNA é transcrita para o RNAm e, em seguida, traduzida numa sequência de aminoácidos pelos ribossomos, formando a **proteína**. Algumas proteínas são formadas de apenas uma cadeia polipeptídica, outras são formadas de mais de uma cadeia de polipeptídeos sendo chamadas de **multisubunidades**. Proteínas multisubunidades que possuem duas ou mais cadeias polipeptídicas idênticas são chamadas de oligoméricas e suas cadeias idênticas são denominadas de protômeros.

Também existem proteínas que além dos aminoácidos na cadeia polipeptídica, possuem outros componentes químicos associados a ela, sendo chamadas de **proteínas conjugadas**. A parte que não é aminoácido normalmente é chamada de grupo prostético. Essas proteínas são classificadas com base em seus grupos prostéticos, por exemplo, lipoproteínas possuem lipídios associados a cadeia polipeptídica, glicoproteínas possuem carboidratos na cadeia polipeptídica, e metaloproteínas possuem metais. Algumas proteínas contêm mais de um grupo prostético. Normalmente, o grupo prostético desempenha um papel importante na função biológica da proteína.

ESTRUTURA PROTÉICA



Cada proteína possui uma estrutura tridimensional ou conformação que confere a proteína uma função específica. A **estrutura primária** de uma proteína é formada pela sequência dos resíduos de aminoácidos unidos por ligações peptídicas na cadeia. A sequência de aminoácidos em uma proteína é definida pelo DNA, que é transmitida ao RNA durante a transcrição e traduzida pelos ribossomos durante o processo de tradução. Essa sequência de aminoácidos possui importância fundamental na produção da proteína pois definirá seu tamanho, estrutura tridimensional, função e a localização dentro ou fora da célula. Qualquer erro durante esse processo de tradução pode gerar uma proteína defeituosa e sem função na célula,

prejudicando inteiramente o funcionamento do organismo vivo.

A **estrutura secundária** é o arranjo espacial dos átomos adjacentes dos aminoácidos da cadeia de polipeptídeos, normalmente mantida por pontes de H. As estruturas secundárias mais comuns são: α -hélices (alfa-hélices) e conformações β ou folhas β (Conformações-beta)(Figura 12).

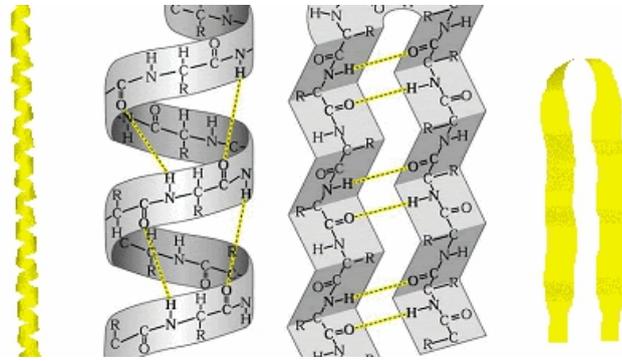


Figura 12. Estrutura secundária das proteínas: α -hélices (alfa-hélices) e conformações β ou folhas β . Fonte: <http://biowoohoo.blogspot.com/2010/05/proteinas-e-suas-estruturas-secundaria.html>

A **estrutura terciária** é o **arranjo tridimensional** total de todos os átomos dos aminoácidos de uma cadeia de polipeptídeo também chamado de **conformação nativa**.

Algumas proteínas possuem mais de uma cadeia polipeptídicas ou subunidades, que podem ser idênticas (protômeros) ou diferentes. O arranjo tridimensional destas cadeias polipeptídicas ou subunidades formam a **estrutura quaternária**. Logo abaixo segue todos os níveis estruturais encontrados em proteínas (Figura 13).

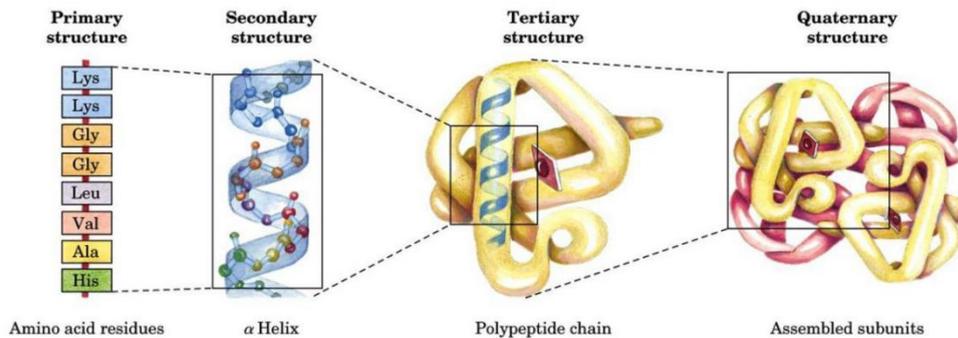


Figura 13. Visão Geral dos Níveis estruturais das proteínas. (a) Estrutura primária; (b) Estrutura secundária; (c) Estrutura terciária; (d) Estrutura quaternária. Fonte: Fonte: Champe, Harvey & Ferrier. Bioquímica Ilustrada, 3^o edição, Porto Alegre, Editora Artmed, 2006.

As proteínas com estrutura quaternária podem ser classificadas em dois grandes grupos: **proteínas fibrosas**, que possuem cadeias arranjadas em longos filamentos ou folhas e **proteínas globulares** que possuem cadeias polipeptídicas dobradas em forma esférica. Os dois grupos se diferenciam em estrutura, e essa estrutura tem relação com suas funções. As proteínas fibrosas possuem estrutura que garantem suporte, forma e

proteção, como a queratina presente nos cabelos, pelos, chifres, cascos, unhas, ou o colágeno presente nos tecidos conectivos como tendões e cartilagens. Já as proteínas globulares são em sua maioria enzimas e proteínas reguladoras do organismo (Figura 14).

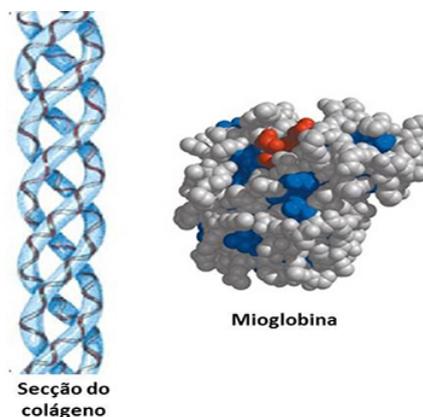


Figura 14. Exemplos de proteína fibrosa (colágeno) e exemplo de proteínas globular (mioglobulina). Fonte: <https://md.uninta.edu.br/geral/bioquimica/#/estrutura-de-proteinas> .

DOBRAMENTO DAS PROTEÍNAS

As proteínas são sintetizadas nos ribossomos, como uma sequência linear de resíduos aminoácidos (estrutura primária) e dobram-se durante e após a sua síntese de forma normalmente espontânea formando assim a sua **estrutura tridimensional ou conformação nativa**. Esse enovelamento de proteínas faz com que a estrutura da proteína assuma a sua configuração funcional.

Algumas proteínas dobram-se de forma assistida. Esse dobramento assistido é realizado por uma família de proteínas que auxiliam no enovelamento proteico correto chamadas de **Chaperonas**, com gasto de energia. Existem duas classes de chaperonas. A primeira são da família de proteínas chamadas de **Hsp70** (*heat shock proteins*) abundantes em células submetidas a altas temperaturas. E a segunda classe de chaperonas são as **Chaperoninas**.

DESNATURAÇÃO DE PROTEÍNAS



As proteínas foram feitas para atuarem em condições específicas, em condições diferentes das que estão habituadas podem sofrer mudanças estruturais, pois a conformação de uma proteína é estabilizada por interações fracas (interações hidrofóbicas, ligações de hidrogênio e ligações dissulfeto). Essa mudança estrutural é o suficiente para causar a perda de função e é chamada de **desnaturação**. Desnaturação não significa que ela perdeu toda sua estrutura. A desnaturação promove a perda da conformação nativa, na maioria das vezes as proteínas desnaturadas existem como um conjunto de estados parcialmente dobrados, porém ela mantém a forma linear (estrutura primária). A maioria das proteínas pode ser desnaturada por fatores como: **altas temperaturas, pHs extremos, solventes orgânicos, alguns solutos ou detergentes**.

FUNÇÃO PROTEICA



A proteína forma o principal constituinte do organismo do animal, sendo, pois, indispensável para o crescimento, a reprodução e a produção. Assim, todos os animais necessitam receber proteínas em sua alimentação. Porém, para que a proteína dos alimentos possa ser usada pelos animais, tem que sofrer digestão e absorção e tornar-se apta ao metabolismo. Na digestão ocorre a hidrólise das proteínas pelas enzimas digestivas, liberando seus aminoácidos, que são as unidades de absorção pela célula.

Cada espécie animal tem suas proteínas específicas e seus órgãos, tecidos e fluidos encerram proteínas diferentes. As proteínas de origem vegetal diferem entre si das de origem animal.

As proteínas são moléculas dinâmicas que possuem inúmeras funções nos organismos vivos. Suas funções dependem da interação com outras moléculas e de suas estruturas tridimensionais. As principais funções das proteínas nos organismos vivos são:

Função estrutural: formação e reparação de tecidos na sustentação, forma e/ou proteção. Ex.: colágeno, queratina;

Função transportadora: transporte de substâncias dentro e fora da célula. Ex.: hemoglobina, mioglobina;

Função reguladora: controle de funções orgânicas. Ex.: hormônios;

Função de proteção/defesa: defesa do organismos. Ex.: anticorpos como Imunoglobulina G-IgG;

Função motora: responsável por movimentos musculares. Ex.: actina e miosina;

Função de energética: função suprimir necessidades energéticas quando na falta de carboidratos e lipídios no organismo, ou de armazenar nutrientes para o embrião. Ex.: vitelo no ovo;

Função enzimática: acelerar reações químicas (catálise) Ex.: enzimas;

ENZIMAS

Existem duas condições essenciais para a vida. Primeiro o organismo deve ser capaz de se autorreplicar, segundo ele deve ser capaz de catalisar reações químicas com eficiência e seletividade (Nelson & Cox, 2011).



Enzimas são substâncias que possuem função de catalisador biológico, ou seja, substâncias que aceleram reações químicas nos organismos vivos. Todas as enzimas são proteínas, exceto por um grupo de RNA catalíticos chamados de ribozimas que também tem essa função na célula.

As enzimas podem atuar dentro e fora das células, se auto-regulam, são altamente especializadas e com alto grau de especificidade com os seus substratos.

Como já dissemos anteriormente, a configuração nativa das proteínas são de extrema importância para sua função, e isso não é diferente para a função enzimática. Se a enzima for desnaturada ou dissociada de suas subunidades, geralmente sua atividade catalise é perdida.

Algumas enzimas funcionam normalmente apenas com seus resíduos de aminoácidos, como exemplo temos as RNAses. Outras enzimas precisam se ligar a componentes químicos adicionais que normalmente se ligam temporariamente e de forma suave a ela para que a mesma possa exercer a sua função estes componentes

podem ser: **cofatores** quando se trata de íons inorgânicos (Fe^{+2} , Mg^{+2} , Mn^{+2} ou Zn^{+2}) e/ou **coenzimas** quando se trata de uma molécula orgânica a maioria derivada de vitaminas (como ATP - adenosinatrifosfato e NAD - nicotinamida difosfato). Quando uma coenzima ou um cofator está ligado firmemente ou covalentemente a uma enzima é chamado de **grupo prostético**, como exemplo temos o grupo HEME no citocromo. Neste tipo de enzima, que precisa de uma grupo adicional para ficar ativa, a parte proteica é chamada **apoenzima** e sozinha ela é inativa, ou seja não consegue realizar a sua função catalítica. Quando essa enzima está completa, ou seja, ligada a sua coenzima e/ou cofator, é chamada **holoenzima** sendo ativa (Figura 15).

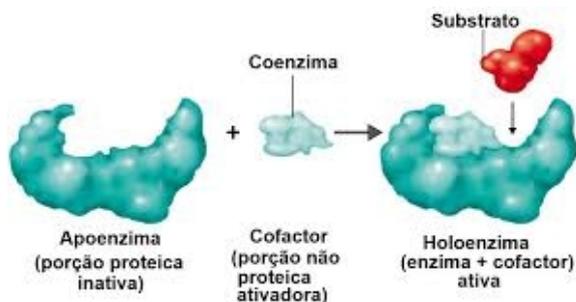


Figura 15. Estrutura da Apoenzima (proteína inativa) que se liga a um cofator ou coenzima (parte não proteica) para formar a Holoenzima, uma enzima ativa formada por enzima + cofator/coenzima). Fonte:

http://www.jcmorais.com/documentos/12Bio_unidade4A.pdf

CLASSIFICAÇÃO

Anteriormente, as enzimas recebiam nomes pela adição do sufixo “ase” ao nome do seu substrato ou uma palavra que descrevia a sua atividade, como exemplo temos a urease que faz a hidrólise da uréia. Algumas vezes possuía dois ou mais nomes, ou duas enzimas com mesmo nome.

Devido a essa ambiguidade, atualmente, os bioquímicos adotaram uma classificação internacional para as enzimas. Esse sistema divide as enzimas em seis classes, cada uma com subclasses, de acordo com o tipo de reações que a enzima catalisa (Tabela 1).

Tabela 1. Classificação internacional das Enzimas de acordo com os tipos de reações que catalisa.

CLASSIFICAÇÃO INTERNACIONAL DAS ENZIMAS		
Classe N°	Nome da Classe	Tipo de reação catalisada
1	Oxirredutases	Transferência de elétrons (íons hidreto ou átomos de H)
2	Transferases	Reações de transferência de grupos
3	Hidrolases	Reações de hidrólise (transferência de grupos funcionais para água)
4	Liases	Adição de grupos a ligações duplas, ou formação de ligações duplas por remoção de grupos
5	Isomerases	Transferência de grupos dentro de uma mesma molécula para formar isômeros
6	Ligases	Formação de ligações C-C, C-S, C-O, C-N pelo acoplamento da clivagem do ATP ou cofatores similares

FUNCIONAMENTO ENZIMÁTICO



Em condições normais as reações não catalisadas tendem a ser lentas, pois a maioria das moléculas biológicas é muito estável nas condições celulares de pH neutro, temperaturas amenas e ambiente aquoso. Por isso a importância das enzimas nos organismos vivos, pois elas aceleram essas reações químicas, necessárias para digerir alimentos, enviar sinais nervosos ou contrair os músculos.

As enzimas criam um ambiente específico para que as reações possam acontecer mais rapidamente. As reações catalisadas por enzimas ocorrem em uma região ou bolsão da enzima chamada de **sítio ou centro ativo**. A molécula que se liga no sítio ativo e sobre a qual a enzima age é denominada **substratos (S)**. Durante a catálise ocorre um emparelhamento entre os resíduos de aminoácidos que estão no sítio ativo, a enzima interage com os substratos, formando com eles, temporariamente, o **complexo enzima-substrato (ES)**. Depois que a reação acontece forma-se o **complexo enzima-produto (EP)** que continua ligado até o **produto (P)** deixar o centro ativo da enzima (Figura 16).

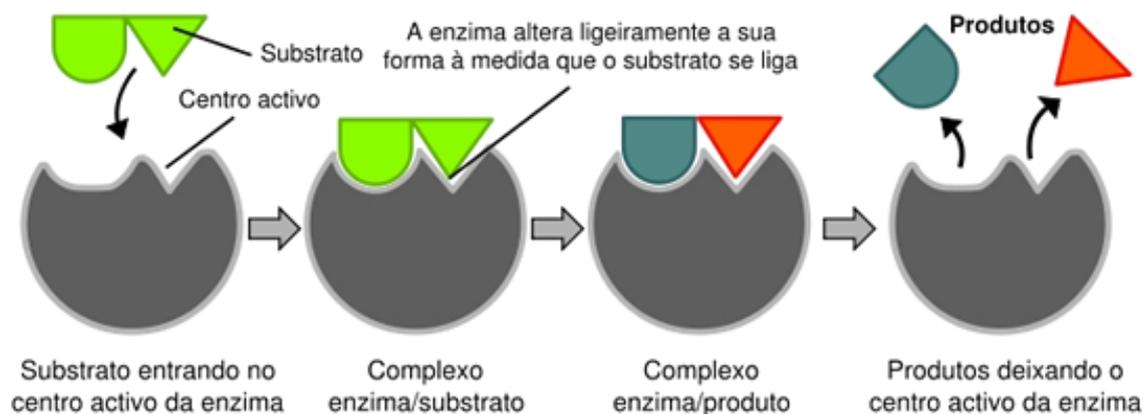


Figura 16. Funcionamento enzimático. Fonte: https://www.sobiologia.com.br/conteudos/quimica_vida/quimica11.php

As enzimas são catalisadores extraordinários. Elas são muito específicas, discriminando quais substratos possuem estruturas semelhantes que se encaixam perfeitamente ao seu sítio ativo (**modelo chave-fechadura**) ou se moldando a configuração do substrato (**modelo ajuste induzido**). Assim, o que realmente distingue as enzimas de outros catalisadores é a sua especificidade, ou seja, capacidade de formar um complexo ES específico.

Para que ocorra uma reação química entre moléculas orgânicas é preciso fornecer uma certa quantidade de energia, geralmente, na forma de calor, que favoreça o encontro e a colisão entre elas. A energia também é necessária para romper ligações químicas existentes entre os átomos de cada molécula, favorecendo a ocorrência de outras ligações químicas e a síntese de uma nova substância a partir das iniciais. Essa energia inicial, que auxilia para que uma reação química aconteça, é chamada de **energia de ativação (ΔG)**. Os catalisadores, como as enzimas, aceleram a velocidades das reações pois diminuem a energia de ativação, sem afetar o equilíbrio da reação e sem serem consumidos no processo (Figura 17).

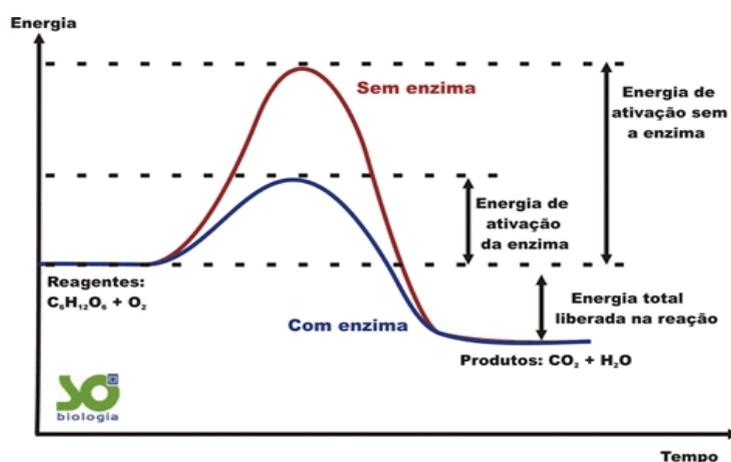


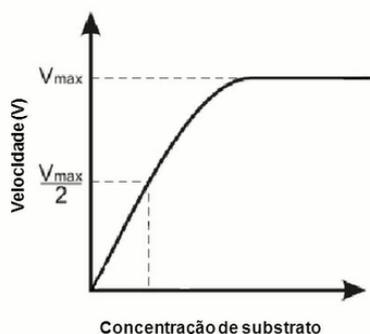
Figura 17. Papel da enzima na diminuição da energia de ativação na catálise. Fonte: https://www.sobiologia.com.br/conteudos/quimica_vida/quimica11.php



PRINCIPAIS FATORES QUE AFETAM A REAÇÃO ENZIMÁTICA

1. CONCENTRAÇÃO DO SUBSTRATO

A velocidade da reação de catalise está relacionada com a concentração do substrato [S] no meio que se modifica ao longo da reação, pois o mesmo é convertido em produto. O complexo enzima-substrato [ES] é uma etapa reversível e relativamente rápida. Já a segunda etapa da reação que libera o produto [P] da enzima [E] é mais lento e limita a velocidade da reação total. Assim, como a enzima, para atuar, depende da ligação com o substrato, **pequenas concentrações de substrato** dificultam a interação com as enzimas contidas no meio, determinando, assim, **baixa velocidade** de reação. Em contrapartida, **elevadas quantidades de substrato** aumentam as chances de interação com as moléculas enzimáticas presentes no meio, de forma que também **aumenta a velocidade de reação** até um ponto máximo, chamado **ponto de saturação**. Passado deste ponto de saturação, as enzimas estarão todas ligadas nos substratos, catalisando as reações na máxima velocidade que conseguem. Dessa forma, mesmo elevando a concentração de substrato, a **velocidade de reação permanece constante** (Figura 18).



- [S] varia no decorrer da reação
- [S] ↓ V aumenta quase linearmente com os aumentos da [S].
- Será alcançado um ponto acima do qual ocorrem apenas aumentos insignificantes em V. ($V_{m\acute{a}x} \Rightarrow \uparrow [S]$)

Figura 18. Efeito da concentração do substrato [S] sobre a velocidade inicial de uma reação catalisada por enzimas. Fonte: <https://slideplayer.com.br/slide/1231353/>

2. TEMPERATURA

As enzimas precisam de condições ambientais específicas para atuarem. Cada enzima tem uma temperatura ótima para sua atividade máxima. Além disso, temperatura muito elevadas, provocam a desnaturação da proteína, alterando sua forma e levando a sua desativação. É válido lembrar que a forma da proteína é fundamental para o “encaixe” com o substrato (Figura 19).

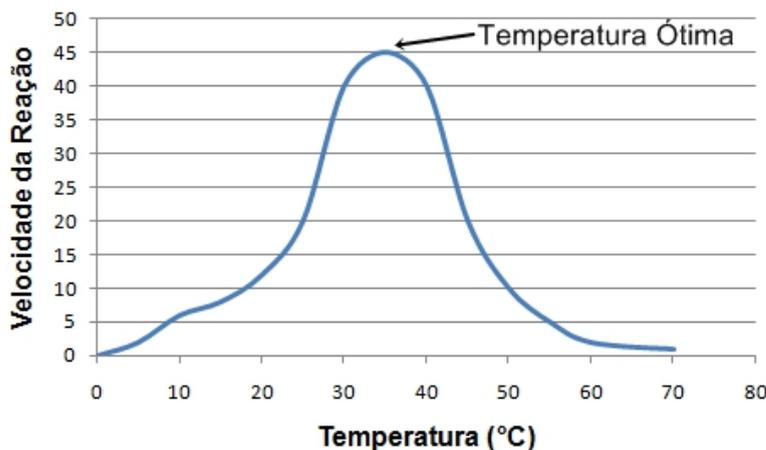


Figura 19. Efeito da temperatura na velocidade de uma enzima humana, que geralmente, operam com temperatura ótima entre 36 e 37 °C. Fonte: <https://querobolsa.com.br/enem/biologia/enzimas>

3. pH

Cada enzima tem um pH ideal para atividade. Extremos de pH provocam a desnaturação da enzima, promovendo alterações em sua forma que perde sua função e fica inativa (Figura 20).

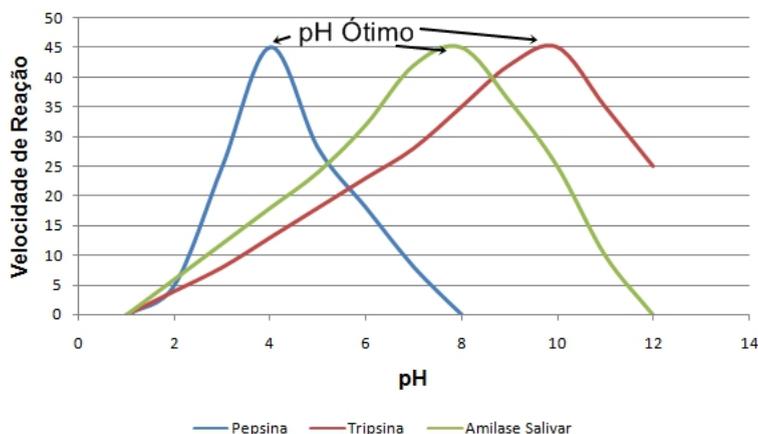


Figura 20. Influência do pH na velocidade da ação de três enzimas diferentes. A Pepsina, que tem ação em pH ácido, a tripsina, que tem ação em pH básico, e a amilase salivar, que age em pH neutro. Fonte: <https://querobolsa.com.br/enem/biologia/enzimas>

4. INIBIDORES ENZIMÁTICOS

As enzimas podem ter sua função atrapalhada por Inibidores enzimáticos que são moléculas que se ligam as enzimas interferindo na reação catalítica, diminuindo ou

interrompendo a reação catalítica que a enzima estava fazendo. Existem duas classes de inibidores: os reversíveis e os irreversíveis.

a) Inibição Reversível

Os inibidores reversíveis (Figura 21) se ligam temporariamente a enzimas e podem ser de três tipos:

Inibidor competitivo: a molécula inibidora compete com o substrato pelo sítio ativo da enzima. Quando o inibidor se liga temporariamente ao sítio ativo, ele impede que o substrato se ligue à enzima e a reação catalítica aconteça. Esse inibidor possui estrutura parecida com a estrutura do substrato.

Inibidor incompetitivo: o inibidor se liga ao complexo ES em um sítio (local) na enzima diferente do sítio ativo do substrato, diminuindo ou interrompendo a reação que a enzima realiza. Nesse tipo de inibição existem dois sítios ativos na enzima: um destinado ao substrato e outro destinado ao inibidor, que se fixa de modo reversível a enzima.

Inibidor misto: nesta o inibidor pode se ligar a Enzima ou ao complexo ES formando um complexo enzima-substrato-inibidor ESI que diminui ou paralisa a reação enzimática. Nesse tipo de inibição existem dois sítios ativos na enzima: um destinado ao substrato e outro destinado ao inibidor, que se fixa de modo reversível a enzima.

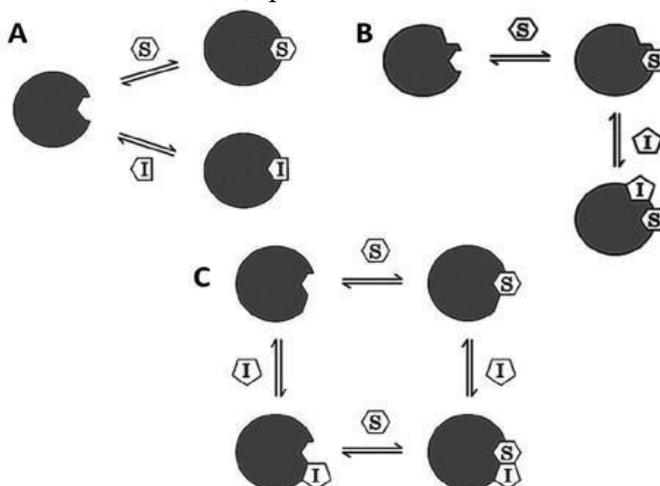


Figura 21. Esquema da inibição enzimática reversível: (A) Inibição competitiva, (B) Inibição não-competitiva e (C) Inibição mista. S = substrato; I = inibidor. https://www.researchgate.net/figure/Figura-5-Esquema-da-inibicao-enzimatica-competitiva-A-competitiva-B-e-mista-C_fig4_333413606

b) Inibição Irreversível

Os inibidores irreversíveis são geralmente análogos aos substratos e geralmente se ligam de forma permanente ou destroem um grupo funcional da enzima que é essencial a realização da reação de catálise (Figura 22). Como exemplo temos os Antibióticos β -lactâmicos (Penicilina) que inibem de forma irreversível enzimas da parede celular bacteriana impedindo a mesma de se reproduzir.

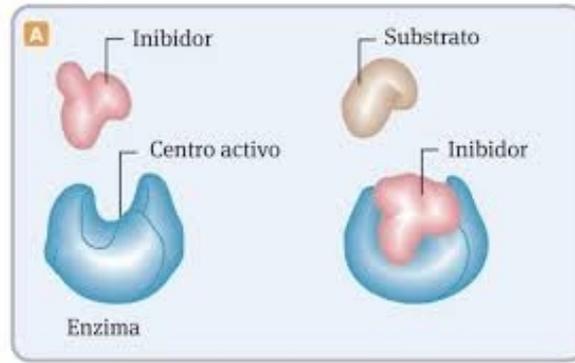


Figura 22. Esquema que mostra a inibição irreversível impede a enzima realizar reações catalíticas na célula. Fonte: http://10ebgspedro.weebly.com/uploads/1/4/0/3/14035134/enzimas-em-a%C3%A7%C3%A3o_mjn_aulas.pdf

Um outro exemplo é a ação da aspirina que inibe irreversivelmente a enzima **ciclooxigenase (COX)**, envolvida na síntese das prostaglandinas, substâncias que causam dor, febre e inflamação no organismo (figura 23).

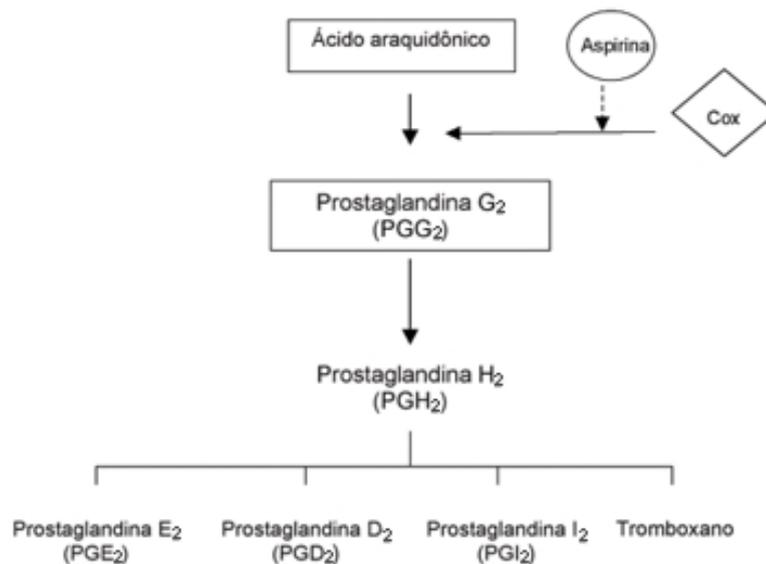


Figura 23. Mecanismo de ação da aspirina na inibição da síntese de prostaglandinas e tromboxano pela via da ciclooxigenase (Cox). Fonte: Camargo et al. Arq Bras Endocrinol Metab. v. 51(3) 2007.

Alguns herbicidas também atuam como inibidores de enzimas importantes no processo de crescimento e desenvolvimento de plantas. Como o herbicida não-seletivo pós-emergente glifosato que atua inibindo a **enzima EPSPS** (enolpiruvil-shikimato-fosfato sintetase) que está envolvida na síntese de aminoácidos aromáticos. A inibição desta enzima leva a planta a morte pois a mesma não consegue produzir proteínas e

outros compostos essenciais para o crescimento como hormônios e flavonóides (Figura 24).

Biossíntese dos aminoácidos aromáticos

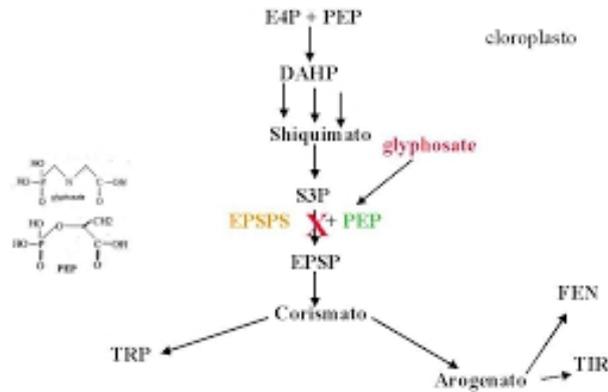


Figura 24. Mecanismos de ação do herbicida glifosato que inibe a enzima EPSPS. Fonte: <http://w3.ufsm.br/herb/Unidade%207%20-%20Mec%20e%20modo%20de%20a%20E7ao%20dos%20H.pdf>

ENZIMAS REGULATÓRIAS

Organismos vivos regulam as atividades catalíticas das suas enzimas para que ele possa coordenar seus processos metabólicos, responder às mudanças no meio, crescer e diferenciar-se de forma ordenada. Há duas maneiras de regulação: Controle da disponibilidade da enzima e Controle da atividade da enzima.



A atividade das enzimas regulatórias são moduladas de várias maneiras. As **enzimas alostéricas** são aquelas que podem ser reguladas por outras moléculas que aumentam ou reduzem sua atividade. Na regulação alostérica, a molécula reguladora ou modulador (ativador ou inibidor) se liga reversivelmente de forma não covalente a enzima em algum lugar diferente do sítio ativo, chamado de **sítio alostérico**. Muitas vezes o modulador alostérico é o próprio substrato (**homotrópicas**) ou diferentes moléculas como metabólitos pequenos ou cofatores (**heterotrópicas**).

Os inibidores alostéricos ligam-se a enzima no sítio ativo alostérico e alteram ligeiramente os sítios ativos nas subunidades proteicas de forma que não funcionem tão bem. Já os ativadores alostéricos ligam-se a enzima no sítio alostérico, causando um aumento na função do sítio ativo da enzima (Figura 25).

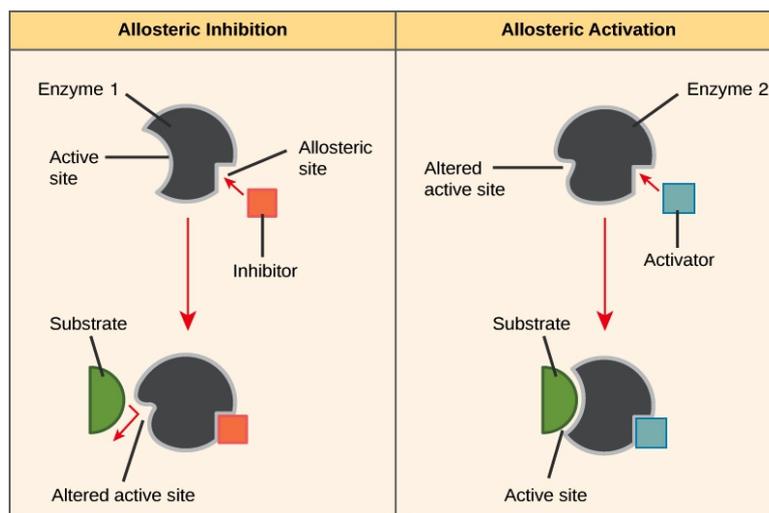


Figura 25. Mecanismo de ação de regulação em enzimas alostéricas: a) Inibição alostérica. b) Ativação alostérica. Fonte: <https://pt.khanacademy.org/science/biology/energy-and-enzymes/enzyme-regulation/a/enzyme-regulation> .

Em muitos sistemas multienzimáticos, as enzimas alostéricas são inibidas pelo produto final da via metabólica sempre que a concentração desse produto exceder as necessidades celulares, resultando na inibição da primeira enzima e conseqüentemente diminuição da velocidade da via metabólica. Este tipo de regulação é chamada de **inibição por retroalimentação**.

Enzimas alostéricas possuem propriedades estruturais diferentes das não-regulatórias. Elas são maiores, possuem muitos sítios regulatórios ou alostérico específico para cada modulador e possuem mudança conformacional entre as formas inativas e ativas quando da ligação dos seus moduladores.

Outras enzimas são reguladas por modificações covalentes reversíveis de grupos funcionais específicos e necessários a atividade, ou por fosforilação de resíduos de aminoácidos. Uma outra forma de regulação ocorre em enzimas proteolíticas que são sintetizadas como precursores (iniciadores) inativos que são ativados pela hidrólise de alguns pequenos fragmentos peptídicos.

MAPA MENTAL

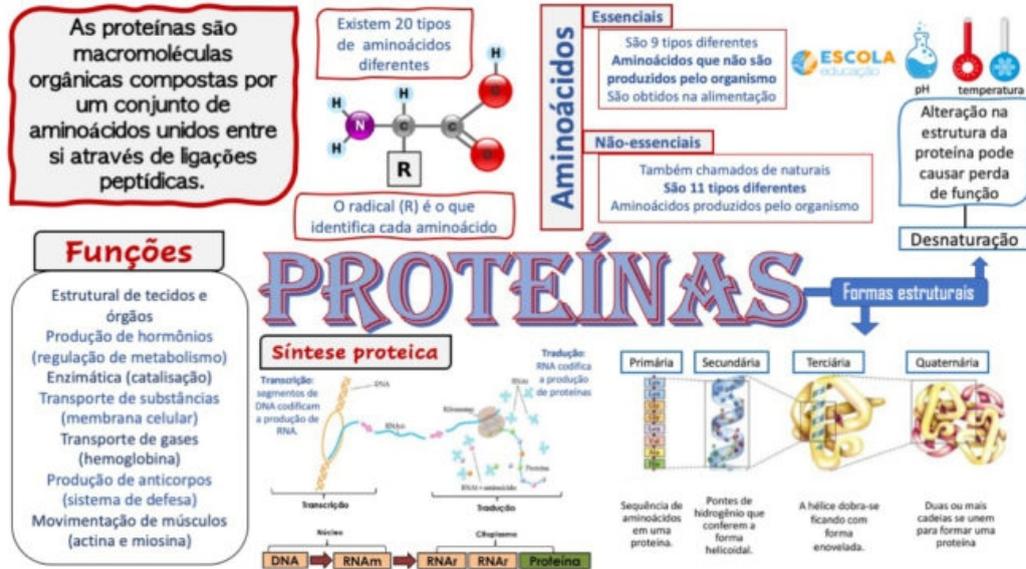


Figura 26. Mapa mental de proteínas. Fonte: <https://escolaeducacao.com.br/mapa-mental-proteinas/>



RESUMO

- ◆ Aminoácidos são as menores unidades (monômeros) dos peptídeos, proteínas e enzimas. Eles possuem um átomo de carbono (C) ligado com um grupo ácido carboxílico COOH e um grupo amino NH₂, um hidrogênio H e uma cadeia lateral ou grupos R que os difere uns dos outros;
- ◆ Os 20 aminoácidos comuns que formam as proteínas são classificados de acordo com seus grupos R em apolar alifático, aromático, polar (não-carregado), carregado positivamente (básico), carregado negativamente (ácido).
- ◆ Duas moléculas de aminoácidos são ligadas de modo covalente (ligação forte) por meio de uma ligação peptídica. Poucos aminoácidos ligados formam oligopeptídeos. Muitos aminoácidos ligados formam um polipeptídeo ou cadeia polipeptídica.
- ◆ Proteínas são polímeros, moléculas formadas por milhares de resíduos de aminoácidos e normalmente possuem alto peso molecular, podendo ser formada por uma ou mais cadeias polipeptídicas (multisubunidades). Também existem proteínas que além dos aminoácidos na cadeia polipeptídica, possuem outros componentes químicos associados;
- ◆ Cada proteína possui uma estrutura tridimensional ou conformação que confere a proteína uma função específica.
- ◆ Desnaturação de proteínas é a mudança estrutural causada pelo rompimento das ligações fracas e que leva a perda de função. A maioria das proteínas pode ser desnaturada por fatores como: altas temperaturas, pHs extremos, solventes orgânicos, alguns solutos ou detergentes.
- ◆ As proteínas possuem funções diversas no organismos vivos como: estrutural, transportadora, reguladora, proteção/defesa, motora, armazenamento e enzimática ou catalítica.
- ◆ Enzimas são proteínas, exceto por um grupo de RNA catalíticos, que possuem função de catalisador biológico, ou seja, aceleram reações químicas nos organismos vivos.
- ◆ As reações catalisadas por enzimas ocorrem em uma região da enzima chamada de sítio ou centro ativo onde substratos específicos se ligam e sobre a qual a enzima age .
- ◆ A reação enzimática é afetada por fatores como: concentração do substrato, temperatura, pH e inibidores;
- ◆ Inibidores enzimáticos são moléculas que se ligam de forma reversível ou irreversível as enzimas interferindo na reação catalítica, diminuindo ou interrompendo a reação;
- ◆ A atividade enzimática pode ser regulada de diversas formas na célula. Enzimas alostéricas são reguladas por outras moléculas que aumentam ou reduzem sua atividade se ligando reversivelmente e de forma não covalente a enzima em algum lugar diferente do sítio ativo, chamado de sítio alostérico.



REFERÊNCIAS

- CAMARGO E. G.; GROSS, J.L. ;WEINERT, L.S.; LAVINSKY,J.; SILVEIRO,S.P. Aspirina em Baixa Dosagem em Pacientes Com Diabete Melito: Riscos e Benefícios em Relação às Complicações Macro e Microvasculares. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**. v. 51(3)2007.
- MARZZOCO, Anita; TORRES, Bayardo Baptista. **Bioquímica básica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.
- VOET, Donald; VOET, Judith G.; PRATT, Charlotte W. **Fundamentos de bioquímica: a vida em nível molecular**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- NELSON, David L.; COX, Michael M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.



REFERÊNCIAS DAS FIGURAS

Aminoácidos:

- Figura 1. <http://maxaug.blogspot.com/2013/02/os-aminoacidos-as-proteinas-e-as.html>
- Figura 2. Fonte: <https://www.infoescola.com/bioquimica/alanina>
- Figura 3, 4, 5, 7 e 8.
http://sevuprimero.weebly.com/uploads/9/8/6/3/9863937/estructura_y_propiedades_de_pptidos_y_aminocidos_fabin_rodriguez.pdf
- Figura 6. http://graduacao.iqsc.usp.br/files/Aula04BioqI_Prote%C3%ADnas.pdf
- Figura 9. <http://bioquimica-basica.blogspot.com/2007/09/aminocidos-e-protenas-i.html>
- Figura 10. <https://brainly.com.br/tarefa/23306482>

Proteínas:

- Figura 11. https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Peptidformationball_pt_BR.svg
- Figura 12. <http://biowoohoo.blogspot.com/2010/05/proteinas-e-suas-estruturas-secundaria.html>
- Figura 13. Champe, Harvey & Ferrier. Bioquímica Ilustrada, 3^o edição, Porto Alegre,

Editora Artmed , 2006

Figura 14. <https://md.uninta.edu.br/geral/bioquimica/#/estrutura-de-proteinas> .

Enzimas:

Figura 15. http://www.jcmorais.com/documentos/12Bio_unidade4A.pdf

Figura 16, 17. https://www.sobiologia.com.br/conteudos/quimica_vida/quimica11.php

Figura 18. <https://slideplayer.com.br/slide/1231353/>

Figura 19. <https://querobolsa.com.br/enem/biologia/enzimas>

Figura 20. <https://querobolsa.com.br/enem/biologia/enzimas>

Figura 21. https://www.researchgate.net/figure/Figura-5-Esquema-da-inibicao-enzimatica-competitiva-A-competitiva-B-e-mista-C_fig4_333413606

Figura 22. http://10ebgspeidro.weebly.com/uploads/1/4/0/3/14035134/enzimas-em-a%C3%A7%C3%A3o_mjn_aulas.pdf

Figura 23. Camargo et al. Arq Bras Endocrinol Metab. v. 51(3) 2007.

Figura 24. <http://w3.ufsm.br/herb/Unidade%207%20-%20Mec%20e%20modo%20de%20a%E7ao%20dos%20H.pdf>

Figura 25. <https://pt.khanacademy.org/science/biology/energy-and-enzymes/enzyme-regulation/a/enzyme-regulation> .

Figura 26. <https://escolaeducacao.com.br/mapa-mental-proteinas/>



INDICAÇÃO DE
LEITURA

QUEIROZ G.B; MACHADO S.L.; TOMA H.K.; ALENCAR N.X.; MACIEIRA D.B.; ALMOSNY N. R. P. Tipos de hemoglobina e suas variações em cães domésticos atendidos na região metropolitana do Rio de Janeiro – RJ - Brasil. **Revista Sodebras**. v.11 (124). 2016.

Aminoácidos, Proteínas e Enzimas: estrutura e função. https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4044591/mod_resource/content/1/Amino%C3%A1cidos-pept%C3%ADdeos-e-prote%C3%ADnas.pdf

PRAXEDES, S.C.; FERREIRA, T. M.; GOMES FILHO, E. Acúmulo de prolina e aminoácidos em cultivares de feijão caupi com tolerância diferencial à salinidade. **Revista Caatinga**. v. 22 n. 3 (2009).

AS PROTEÍNAS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL AS PROTEÍNAS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL. http://www.dzo.ufla.br/Roberto/proteinas_alimentacao_animal.pdf

Teixeira, W.F. Avaliação do uso de aminoácidos na cultura de soja. Tese de doutorado. USP: Esalq. Piracicaba, 2016, 158p. https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-08062017-165359/publico/Walquiria_Fernanda_Teixeira.pdf



**HORA DA
ATIVIDADE!**

QUESTÕES SOBRE O MÓDULO II- Aminoácidos, Proteínas e Enzimas

1. Diferencie cofatores, holoenzima, apoenzima, grupo prostético e coenzima.
2. O que é desnaturação em proteínas? Qual a consequência da desnaturação? E quais fatores promovem a desnaturação?
3. Como ocorre a ligação peptídica e como pode ser rompida? Qual a importância das chaperonas e chaperoninas?
4. O que são inibidores enzimáticos? Explique os diferentes tipos de inibidores enzimáticos.
5. Escreva a estrutura geral de um aminoácido e a ligação, evidenciando a ligação peptídica, entre três aminoácidos.
6. Como os aminoácidos podem ser classificados? Dê um exemplo de cada classe.
7. Como a estrutura primária de uma proteína pode influenciar suas estruturas secundária e terciária?
8. Aponte semelhanças e diferenças entre a alfa-hélice e a cadeia beta-pregueada. Dê exemplos de proteínas formadas por estas estruturas.
9. Que tipos de interações são responsáveis por manter a estrutura tridimensional de uma proteína?
10. Diferencie: proteínas globulares e proteínas fibrosas; proteínas simples e proteínas conjugadas. Dê exemplos.
11. O que é o ponto isoelétrico de uma proteína?
12. Qual o efeito das enzimas sobre a velocidade das reações? Por quê?
13. Defina o tipo de reação catalisada pelos seguintes grupos de enzimas:
 - a. Ligases
 - b. Oxirredutases
 - c. Hidrolases
 - d. Transferases
 - e. Liases
 - f. Isomerasas
14. Explique a especificidade enzimática.
15. Cite quais os fatores que interferem na velocidade da reação catalisada enzimaticamente. Depois explique cada um deles.