

INTRODUÇÃO AO ESTUDO DAS PROTEÍNAS

META

Introduzir o estudo das proteínas, compreendendo algumas de suas principais funções biológicas e de suas classificações.

OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:

- identificar algumas das principais funções biológicas das proteínas;
- reconhecer o valor nutricional de proteínas vegetais e animais;
- descrever as proteínas quanto à solubilidade;
- classificar as proteínas quanto à composição;
- distinguir as proteínas quanto ao número de cadeias polipeptídicas; e
- diferenciar as proteínas quanto à forma;

PRÉ-REQUISITOS

Para acompanhar esta aula você deverá estudar ou rever conceitos de química abordados nas aulas introdução à Bioquímica e a química dos aminoácidos e peptídeos.



(Fonte: <http://www.gettyimages.com>).

INTRODUÇÃO

As proteínas são as biomoléculas mais abundantes da matéria viva, representando cerca de 50 a 80% do peso seco da célula (sem o peso da água) sendo, portanto, o composto mais abundante de matéria viva. Nos animais, as proteínas correspondem à cerca de 80% do peso dos músculos desidratados, cerca de 70% da pele e 90% do sangue seco. São compostos orgânicos formados por carbono, hidrogênio, nitrogênio e oxigênio, e enxofre. Algumas proteínas contêm elementos adicionais, particularmente fósforo, ferro, zinco e cobre. Essas biomoléculas apresentam elevadas massas moleculares. São encontradas em todas as partes das células e desempenham funções fundamentais na manutenção dos processos vitais de todos os organismos vivos como o transporte de oxigênio, função essa desempenhada no sangue pela hemoglobina e nos tecidos pela mioglobina. Daí por que o motivo que explica o termo proteína ser derivado da palavra grega *proteos*, significando “a primeira” ou a “mais importante”. Todas as proteínas são formadas a partir do mesmo conjunto dos 20 aminoácidos padrões, ligados covalentemente em seqüências lineares características, seqüências essas denominadas estrutura primária.



(Fonte: <http://www.alimentacaoforadolar.com.br>).

ALGUMAS FUNÇÕES BIOLÓGICAS DAS PROTEÍNAS

As proteínas são as biomoléculas com as mais diversas e versáteis funções biológicas, como:

Catalisadores biológicos (enzimas). Aceleram velocidade de reações químicas. Exemplos: As enzimas ribonuclease, tripsina, etc.

Proteínas de transporte. Atuam no transporte de moléculas nas células, como por exemplo, a hemoglobina que transporta oxigênio dos pulmões para os tecidos e a mioglobina, que armazena oxigênio nos músculo, transportando-o, quando necessário para as mitocôndrias.

Proteínas nutritivas e de reserva energética. São nutrientes necessários no desenvolvimento dos seres vivos e na manutenção dos seus processos vitais. Exemplos: gliadina, proteína das sementes de trigo, é necessária na germinação dessa planta; zeína, encontrada nas sementes do milho; ovoalbumina, proteína clara do ovo, é o alimento do embrião

Proteínas contráteis ou de movimento. Desempenham função contrátil ou de conferir movimento. A actina e a miosina, proteínas dos músculos envolvidas na contração muscular. As dineínas são famílias de proteínas motoras que executam movimentos.

Proteínas estruturais. São as proteínas que dão forma e sustentação aos tecidos, como por exemplo: colágeno, elastina, a e b-queratinas, etc.

Transportadores de elétrons. Essas proteínas transportam elétrons das coenzimas (NADH e FADH₂) produzidas no metabolismo ao oxigênio, o aceptor final de elétrons na célula como os citocromos, proteínas da cadeia respiratória.

Proteínas de defesa. Atuam na defesa de seres vivos contra ação de patógenos (agentes causadores de doenças como vírus, fungos e bactérias), de predadores, etc. O veneno de serpente contém proteínas tóxicas, que uma vez lançada na circulação de suas presas ou de seus predadores, podem levá-los a morte. A ricina, toxina vegetal encontrada nas sementes da mamona, defende essa planta do ataque de herbívoros, evitando, assim, que eles comam as suas sementes. Os anticorpos são proteínas secretadas pelos linfócitos b, cuja função é proteger o corpo do ataque de antígenos, como bactérias.

Proteínas reguladoras. Atuam na regulação nos níveis de determinados constituintes celulares. A insulina, hormônio protéico, regula os níveis da glicose sanguínea. Quando a glicose está elevada no sangue, a insulina é secretada pelas células b do pâncreas, facilitando a passagem da glicose pelas membranas celulares, para que ela seja armazenada na forma de glicogênio.

VALORES NUTRICIONAIS DAS PROTEÍNAS ANIMAIS E VEGETAIS

Para um alimento ser considerado uma boa fonte de proteína, deve apresentar as seguintes características: ser rico em aminoácidos essenciais, ser de boa digestibilidade e não conter princípios tóxicos. As proteínas vegetais são importantes fontes de alimentos para homens e animais domésticos, contudo, o valor delas como excelentes fontes de proteínas é limitado por: sua baixa composição em aminoácidos essenciais, sua baixa digestibilidade e, em alguns casos, como as sementes de algodão e mamona, por apresentar princípios tóxicos para homem e animais.

Por sua vez, as proteínas obtidas de fontes animais são ricas em aminoácidos essenciais e são de boa digestibilidade, sendo consideradas melhores do que as proteínas vegetais em termos nutricionais. As proteínas ovoalbumina, obtida da clara do ovo, a caseína, do leite, são excelentes fontes proteicas de origem animal. Contudo, existem proteínas animais pobres em aminoácidos essenciais, como o colágeno. A gelatina é um produto alimentício obtido da hidrólise do colágeno, portanto, essa não é uma boa fonte proteica.

CLASSIFICAÇÃO DAS PROTEÍNAS QUANTO À SOLUBILIDADE

Quanto à solubilidade ou insolubilidade em água as proteínas são classificadas em: albuminas, globulinas, glutelinas, prolaminas, protaminas e escleroproteínas. As albuminas são solúveis em água ou solução de cloreto de sódio 0,9% (NaCl 0,9%) diluída; as globulinas, insolúveis em água, mas solúveis em solução de NaCl, as glutelinas, solúveis em soluções ácidas ou soluções básicas; as prolaminas, solúveis em solução de etanol 70 - 80%, mas insolúveis em água. A tabela 1 resume as principais características dessas proteínas.

Tabela 1 - Classificação das proteínas quanto à solubilidade

Classes	Propriedade	Ocorrência
Albuminas	Solúveis em água	Presentes principalmente em alimentos de origem animal. Ex.: lactalbumina
Globulinas	Insolúveis em água e solúveis em solução de NaCl 0,9%.	Presentes em alimentos de origem animal (carne, leite) e vegetal (leguminosas, cereais). Ex: ovoglobulina.
Glutelinas	Solúveis em soluções ácidas e básicas.	Presentes em cereais.
Prolaminas	Solúveis quase exclusivamente em álcool a 70%.	Presente principalmente em cereais. Exemplo: Zeína (proteína do milho).
Protaminas	Solúveis em água.	Encontradas principalmente em espermatozoides e ovos de peixe.
Escleroproteínas	Insolúveis em águas. São proteínas com funções estruturais	São constituintes de tecidos animais como os músculos e órgãos. Exemplo: colágenos, queratinas.

CLASSIFICAÇÃO DAS PROTEÍNAS QUANTO À COMPOSIÇÃO

Quanto à composição, as proteínas são classificadas em simples e conjugadas. As proteínas simples são formadas somente por aminoácidos, enquanto que as proteínas conjugadas apresentam um cofator ligado à cadeia polipeptídica. O cofator é um grupo químico de natureza inorgânica (normalmente um íon metal como o Fe^{2+} , Cu^{2+} , Mg^{2+} , etc.) ou de natureza orgânica (composto de carbono, como o grupo heme da hemoglobina). O cofator de natureza orgânica é denominado coenzima. Quando o cofator se liga de forma covalente a cadeia polipeptídica da proteína conjugada ele passa a ser denominado grupo prostético

A apoproteína é a porção protéica da proteína conjugada sem o cofator ou grupo prostético, enquanto holoproteína refere-se à proteína conjugada completa, ou seja, ligada ao seu cofator ou grupo prostético. As proteínas conjugadas são classificadas de acordo com a natureza química dos cofatores em: lipoproteínas, glicoproteínas, fosfoproteínas, hemoproteínas, flavoproteínas, metaloproteínas, etc. A tabela 2 apresenta a classificação das proteínas conjugadas, apresentando o grupo prostético de cada uma dessas proteínas, seguidos de alguns exemplos.

Tabela 2 - Classificação das proteínas conjugadas

Classes	Cofator	Exemplos
Lipoproteínas	Lipídios	Lipoproteínas de baixa densidade (LDL) Lipoproteínas de densidade muito baixa (VLDL) Lipoproteínas de alta densidade (HDL)
Glicoproteínas	Carboidratos	Anticorpos ou imunoglobulinas (IgG, IgA, IgM, IgD e IgE).
Fosfoproteínas	Fosfato (HPO_4^{2-})	Caseína
Hemoproteínas	Heme	Hemoglobina, mioglobina, citocromo c e b
Flavoproteínas	Nucleotídeos de flavina (FMN e FAD)	Desidrogenase succínica
Metaloproteínas	Ferro	Ferritina
	Zinco	Álcool desidrogenase

CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO NÚMERO DE CADEIAS POLIPEPTÍDICAS

Quanto ao número de cadeias polipeptídicas as proteínas são classificadas em monoméricas e multiméricas.

Proteínas monoméricas. São formadas por apenas uma única cadeia polipeptídica (Figura 1a). Exemplos: Mioglobina, albumina, caseína, etc.

Proteínas multiméricas. São formadas por mais de uma cadeia polipeptídica, interligadas por ligação covalente (Figura 1b). Dentre as multiméricas existem ainda as proteínas oligoméricas, que são formadas por mais de uma cadeia polipeptídicas não interligadas por ligação covalente (Figura 1c). A hemoglobina é um exemplo clássico de proteína oligomérica. A hemoglobina é formada por quatro cadeias polipeptídicas, sendo duas cadeias α e duas cadeias β . A estrutura dessa proteína será estudada mais detalhadamente na aula “estruturas tridimensionais e funções biológicas das proteínas globulares”.

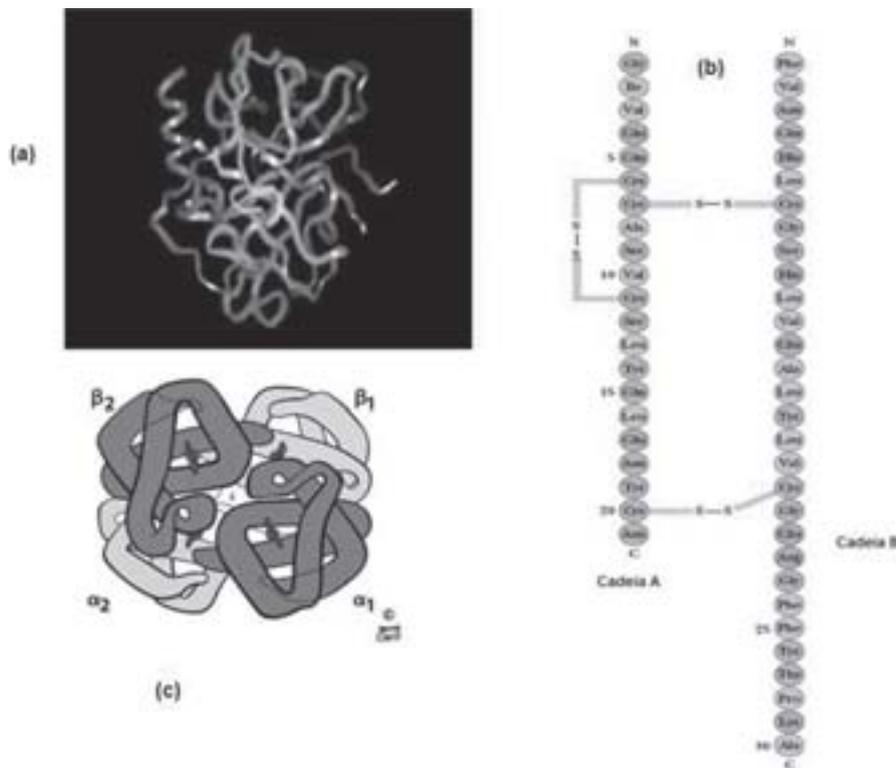


Figura 2. Proteínas quanto ao número de cadeias polipeptídicas a) Proteína monomérica (b) Estrutura da insulina, uma proteína multimérica formada por duas cadeias polipeptídicas interligadas por ligação dissulfeto. (c) (Fonte: Garret & Grisham, 1995).

CLASSIFICAÇÃO DAS PROTEÍNAS QUANTO À FORMA

De acordo com a sua estrutura ou forma, as proteínas são classificadas em fibrosas e globulares. As proteínas fibrosas são insolúveis em água e desempenham funções estruturais e de proteção externa, como por exemplo, a queratina, encontrada em estruturas como: garra de animais, cabelo, pena, casco de animais (Tabela 4). Como muitas proteínas dessa classe formam estruturas em forma de fibras foram denominadas fibrosas (figura 2a). Nem toda proteína fibrosa apresenta estrutura em forma de fibra, exemplo disso são a elastina, alguns tipos de colágenos e as queratinas, sendo consideradas como dessa classe devido a sua insolubilidade em água e as suas funções estruturais.

Tabela 4: Tipos de proteínas fibrosas

Funções	Exemplos
Enzimas	Ribonuclease, tripsina, quimotripsina, amilase salivar, etc.
Proteínas de transporte	Hemoglobina, mioglobina, lipoproteína, etc.
Proteínas nutritivas e de reserva	Gliadina (trigo), ovoalbumina (clara do ovo), caseína (leite), ferritina, etc.
Proteínas de defesa	Anticorpos, toxina botulínica, toxina diftérica, ricina, veneno de serpente, etc.
Proteínas reguladoras	Insulina, hormônio do crescimento, corticotrofina, etc.

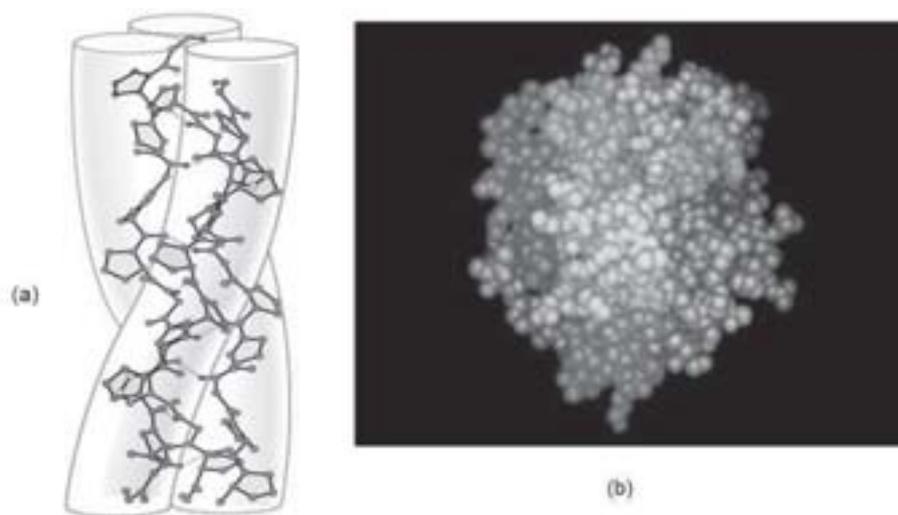


Figura 2. Tipos de proteínas quanto à forma: a) proteína fibrosa e b) proteína globular (Fonte: Garret & Grisham, 1995).

CONCLUSÃO

As proteínas são as biomoléculas que apresentam as mais diversas e versáteis funções biológicas. São moléculas orgânicas solúveis e insolúveis em água. As albuminas são exemplos de proteínas solúveis em água e globulinas, glutelinas, prolaminas, protaminas e escleroproteínas, por sua vez, são exemplos de proteínas insolúveis em água. Quanto à presença ou não de um cofator as proteínas podem ser simples (formadas apenas por aminoácidos) ou conjugada (que apresenta um cofator, grupo químico diferente do aminoácido). Quanto ao número de cadeias as proteínas são classificadas em monoméricas (apresentando apenas uma cadeia polipeptídica) e multiméricas (formadas por mais de uma cadeia polipeptídica). As proteínas oligoméricas são do tipo multiméricas, cujas cadeias polipeptídicas são

interligadas apenas por ligação covalente. A mioglobina e a hemoglobina são proteínas conjugadas do tipo hemoproteína, enquanto a mioglobina é monomérica, a hemoglobina é oligomérica. Quanto à forma as proteínas são classificadas em fibrosas e globulares. As proteínas fibrosas apresentam funções estruturais e são insolúveis em água e as proteínas globulares, por sua vez, apresentam funções versáteis e são solúveis em água. Os tipos de proteínas fibrosas são α -queratina, β -queratina, elastina e colágeno. As proteínas globulares apresentam funções biológicas dinâmicas como: proteínas de transporte, catalisadores biológicos (enzimas) proteínas reguladoras, proteínas nutricionais, entre outras.

RESUMO

As proteínas são as biomoléculas que apresentam as mais diversas e versáteis funções biológicas, como catalisadores biológicos, transportadores, nutrientes, agentes da contração muscular, componentes estruturais das células, transportadores de elétrons, defesa dos seres vivos contra ação de patógenos, de predadores, reguladoras, entre outras. As proteínas de origem vegetal são deficientes em um ou mais aminoácidos essenciais, enquanto, as proteínas de fontes animais são ricas em aminoácidos essenciais e são de boa digestibilidade, sendo consideradas melhores do que as proteínas vegetais em termos nutricionais. Quanto à solubilidade ou insolubilidade em água as proteínas são classificadas em: albuminas, globulinas, glutelinas, prolaminas, protaminas e escleroproteínas. Quanto à composição, as proteínas são classificadas em simples e conjugadas. As proteínas simples são formadas somente por aminoácidos, enquanto as proteínas conjugadas apresentam um cofator ligado à cadeia polipeptídica. As proteínas conjugadas são classificadas de acordo com a natureza química dos cofatores em: lipoproteínas, glicoproteínas, fosfoproteínas, hemoproteínas, flavoproteínas, metaloproteínas, etc. Quanto ao número de cadeias polipeptídicas as proteínas são classificadas em monoméricas e multiméricas. As proteínas monoméricas são formadas por apenas uma única cadeia polipeptídica e as multiméricas por mais de uma cadeia polipeptídica. De acordo com a sua forma as proteínas são classificadas em fibrosas e globulares. As proteínas fibrosas são insolúveis em água e desempenham funções estruturais e de proteção externa. Como exemplo de proteínas fibrosas temos as proteínas α -queratina, β -queratina, elastina e colágeno. As proteínas globulares, por sua vez, apresentam cadeias polipeptídicas enoveladas, assumindo um aspecto globular ou esférico. São solúveis em água e desempenham diversas funções biológicas dinâmicas como: proteínas de transporte, catalisadores biológicos (enzimas) proteínas reguladoras, proteínas nutricionais, entre outras.





ATIVIDADES

1. Explique como duas diferentes proteínas como mioglobina e hemoglobina desempenham a mesma função biológica de transporte de oxigênio.
2. A proteína ricina encontrada em sementes de *Ricinus communis* (mamona) não é uma boa fonte de proteína em termos nutricionais devido a:
 - a) apresenta boa digestibilidade
 - b) é um produto industrializado
 - c) é pobre em aminoácidos não essenciais
 - d) é um produto de origem animal
 - e) apresenta princípios tóxicos
3. O que são albuminas, globulinas e escleroproteínas?
4. Diferencie cofator de grupo prostético.
5. Explique o que são proteínas oligoméricas.
6. Em que aspectos se diferenciam as proteínas fibrosas de proteínas globulares?

COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

1. Se você respondeu essa atividade partindo da constatação de que a mioglobina e hemoglobina são hemoproteínas encontradas em diferentes tecidos animais, então essa foi uma boa estratégia, haja vista que a hemoglobina (uma proteína oligomérica, formada por quatro cadeias polipeptídicas) transporta o oxigênio no sangue dos pulmões para o tecido e a mioglobina (uma proteína monomérica), por sua vez, é que transporta oxigênio nos tecidos musculares, fazendo a difusão desse gás para as mitocôndrias onde ocorre a produção de energia nas células.

2. Caso você tenha marcado um x na letra E, então você acertou essa atividade, pois um dos fatores que limitam os vegetais como fontes proteicas é a presença de princípios tóxicos. Além do mais, como estudamos nessa aula para um alimento ser considerado uma boa fonte de proteína ele não deve conter princípios tóxicos. Deve ser rico em aminoácidos essenciais e ser de boa digestibilidade. A ricina é um das proteínas mais tóxicas que se conhece, o que limita o uso dessa semente na alimentação.

3. Caso você tenha associado essas classes de proteínas às diferentes solubilidades que essas proteínas apresentam em água, certamente terá sido uma boa associação. Assim, enquanto as albuminas e globulinas são proteínas plasmáticas, as escleroproteínas são proteínas

com função estrutural, encontradas na matriz extracelular. No que se refere à solubilidade dessas proteínas em água, certamente você deve ter indicado que a albumina é uma proteína solúvel em água e as globulinas e escleroproteínas insolúveis nesse líquido.

4. Certamente você deve ter pensado no grupo prostético como sendo o próprio cofator ligado a cadeia polipeptídica por ligação covalente. Esses grupos apresentam a mesma natureza química, o que vai diferir entre eles é o tipo de ligação química que os liga à cadeia polipeptídica das proteínas conjugadas. O cofator é um grupo químico de natureza inorgânica (normalmente um íon metal como o Fe^{2+} , Cu^{2+} , Mg^{2+} , etc) ou de natureza orgânica (composto de carbono, como o grupo heme da hemoglobina). O cofator de natureza orgânica é denominado coenzima.

5. Aprendemos nessa aula que quanto ao número de cadeias polipeptídicas, as proteínas são classificadas em monoméricas e multiméricas. Como os termos sugerem, as monoméricas são proteínas que apresentam apenas uma cadeia polipeptídica, enquanto as multiméricas apresentam mais de uma cadeia polipeptídica. As cadeias polipeptídicas das proteínas multiméricas podem ser interligadas por ligação covalente, ou interligadas por ligações não covalentes. Certamente você deve ter identificado as proteínas oligoméricas como proteínas multiméricas, cujas cadeias polipeptídicas são interligadas por ligações químicas não covalentes. Como exemplo clássico de uma proteína oligomérica você deve ter apontado a hemoglobina, que é formada por quatro cadeias polipeptídicas, não interligadas por ligação covalente.

6. Certamente você deve ter reconhecido que essas duas proteínas apresentam tanto diferenças estruturais quanto funcionais. Dessa forma, as proteínas fibrosas e globulares se diferenciam tanto nas funções biológicas que elas desempenham, quanto em suas estruturas tridimensionais e em suas solubilidades em água. Quanto às funções biológicas as proteínas fibrosas desempenham funções estruturais, conferindo forma e dando sustentação a tecidos. As proteínas globulares, por sua vez, apresentam funções versáteis e dinâmicas. Quanto à solubilidade as proteínas fibrosas são insolúveis em água e as proteínas globulares solúveis nesse líquido.



PRÓXIMA AULA

Na próxima aula teremos a oportunidade de introduzir o conhecimento das estruturas tridimensionais das proteínas fibrosas, visando compreender como essas proteínas estão aptas a desempenhar as funções estruturais no mundo vivo. Então, até lá!

REFERÊNCIAS

- BERG, J. M.; TYMOCZKO, J. L.; STRYER, L. **Bioquímica**. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1992.
- DEVLIN, T. M. **Manual de Bioquímica com correlações clínicas**. Editora Edgard Blücher LTDA, 1998.
- GARRET, R. H.; GRISHAM, C. M. **Biochemistry**. Saunders College Publishing, 1995.
- NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger Princípios de Bioquímica**. 2 ed. São Paulo: Sarvier, 1995.
- NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger Princípios de Bioquímica**. 3 ed. São Paulo: Sarvier, 2002.
- STRYER, L. **Bioquímica**. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1996.
- VOET, D.; VOET, J. G.; PRATT, C. W. **Fundamentos de Bioquímica**. Porto Alegre: Artmed, 2000.