

Análise Qualitativa de Proteínas em Alimentos Por Meio de Reação de Complexação do Íon Cúprico

Vanessa Vivian de Almeida, Edmilson Antônio Canesin, Rúbia Michele Suzuki e Graciana Freitas Palioto

O estudo das biomoléculas é comum às disciplinas de Química e de Biologia no ensino médio. Essas ciências, por sua vez, têm a experimentação como ferramenta importante do ensino-aprendizagem e da formação de conceitos. Nesse contexto, os alimentos tornam-se instrumentos contextualizadores do conhecimento químico que podem ser utilizados pelos professores em aulas práticas, possibilitando trabalhar conteúdos relacionados às biomoléculas. Este trabalho propõe um experimento simples, baseado na reação clássica de complexação entre cobre(II) e biureto, adaptada para detecção de proteínas em alimentos, pois utiliza materiais de fácil obtenção.

► compostos de coordenação, proteínas, biureto ◀

34

Recebido em 12/09/2011, aceito em 14/08/2012

Proteínas

As proteínas se caracterizam por ser o grupo mais abundante de macromoléculas, encontradas dentro e fora das células, e de importância vital aos seres vivos. Suas funções vão desde catálise de reações químicas (enzimas), transporte de outras moléculas, transmissão de impulsos nervosos, proteção imunitária e até mesmo função hormonal, entre outras.

A alimentação humana deve incluir proteínas que são encontradas em carne, peixe, ovo, leite e derivados, entre outros. A Tabela 1 mostra que os alimentos mais ricos em proteínas são aqueles de origem animal. A grande maioria dos alimentos vegetais, como cereais, verduras, frutas, tubérculos, é pobre em proteína, com exceção das leguminosas (soja, amendoim, feijão etc.). No organismo, as proteínas ingeridas dos alimentos são transformadas em cerca de 100.000 proteínas dos mais diversos tipos, totalizando um

No organismo, as proteínas ingeridas dos alimentos são transformadas em cerca de 100.000 proteínas dos mais diversos tipos, totalizando um percentual médio de 15% da composição do organismo humano (Feltre, 2004).

percentual médio de 15% da composição do organismo humano (Feltre, 2004).

As unidades constituintes fundamentais das proteínas são os aminoácidos. Estes, por sua vez, são moléculas orgânicas que possuem ligadas ao mesmo átomo de carbono (denominado de carbono α) um átomo de hidrogênio, um grupo amina, um grupo carboxílico e uma cadeia lateral R (característica para cada aminoácido). Essa cadeia é o que difere os aminoácidos em estrutura, tamanho e propriedade físico-química (Francisco Jr. e Francisco, 2006).

Os aminoácidos podem formar macromoléculas pela ligação do grupo carboxila de um aminoácido com o grupo amina de outro. Essa ligação carbono-nitrogênio, chamada ligação peptídica, é obtida formalmente por exclusão intermolecular de uma molécula de água (Figura 1),

o que leva à formação de uma cadeia polipeptídica, denominada de estrutura primária da proteína. A estrutura primária é a sequência linear específica de aminoácidos da cadeia polipeptídica, sendo essa sequência muito importante, pois determinará as propriedades biológicas das proteínas.

A função da proteína está intimamente relacionada com sua forma tridimensional. Essa conformação é obtida pelo dobramento da estrutura primária em secundária que, por sua

A seção "Experimentação no ensino de Química" descreve experimentos cuja implementação e interpretação contribuem para a construção de conceitos científicos por parte dos alunos. Os materiais e reagentes usados são facilmente encontráveis, permitindo a realização dos experimentos em qualquer escola.

Tabela 1: Conteúdo proteico dos alimentos.

Alimento ¹	Teor de proteína (g/100 g de alimento)
Carne bovina	27
Queijo prato	26
Fígado bovino	26
Carne de frango	24
Carne de porco	24
Peixe	23
Soja	17
Ovo	13
Feijão	6,0
Ervilha	6,0
Aveia	3,7
Leite de vaca ²	3,5
Milho	2,4
Arroz	2,0
Batata	1,9
Banana	1,3
Gelatina ³	1,2
Cenoura	1,0
Laranja	0,84
Mandioca	0,65
Maça	0,21

¹ Alimentos cozidos, exceto frutas e cenoura.

² Leite contém caseína, uma proteína de excelente valor nutricional, mas com alto teor de água.

³ Alguns produtos comercializados com *gelatina* contêm predominantemente carboidratos.

Fonte: Marzzoco e Torres, 2007.

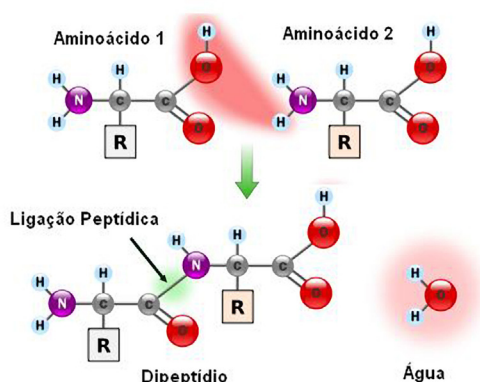


Figura 1: Formação da ligação peptídica entre dois aminoácidos. Fonte: Explicatorium, 2012.

vez, sofre mais dobramentos até chegar à estrutura terciária (Figura 2). Esta é mantida por interações fracas não covalentes e também por ligações dissulfeto (ligação covalente) entre as cadeias laterais dos aminoácidos (Figura 3).

Moléculas de proteínas são relativamente grandes por serem formadas pela união sequencial de dezenas, centenas ou milhares de aminoácidos e podem ser formadas por uma ou mais de uma cadeia polipeptídica (estrutura quaternária) (Marzzoco e Torres, 2007). Embora possam ser encontradas proteínas de alto peso molecular devido ao número

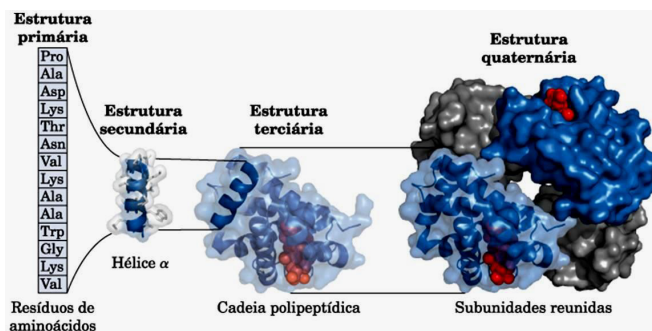


Figura 2: Conformação estrutural das proteínas. A sequência de aminoácidos (estrutura primária) sofre dobramentos, originando a estrutura secundária que, por sua vez, sofre dobramentos para a conformação funcional da proteína, a estrutura terciária. Quando a proteína é formada por duas ou mais cadeias, a forma completa é denominada de estrutura quaternária (adaptado de Nelson e Cox, 2011).

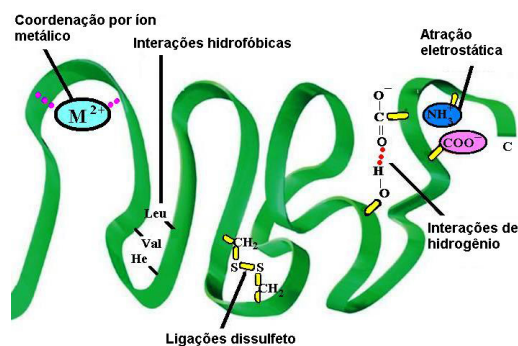


Figura 3: Interações na estrutura terciária. A estrutura terciária da proteína é mantida por interações fracas não covalentes e ponte dissulfeto (ligação covalente) (adaptado de Nelson e Cox, 2011).

de aminoácidos constituintes – como a proteína muscular conectina, com quase 27.000 aminoácidos e peso molecular de aproximadamente 3.000.000 –, a maioria das proteínas celulares possui menos de 2.000 aminoácidos.

A insulina produzida pelo pâncreas, por exemplo, controla os níveis de açúcar no sangue após as refeições e é uma pequena proteína constituída por duas cadeias polipeptídicas, contendo 30 e 21 aminoácidos, respectivamente. Essas duas cadeias são ligadas entre si por duas pontes dissulfetos entre os grupos sulfidrilas das cadeias laterais dos aminoácidos cisteína (Figura 4).

Já a enzima ribonuclease, também produzida no pâncreas, catalisa a hidrólise no intestino delgado dos ácidos

A proteína queratina pode ser encontrada em materiais flexíveis, como cabelo e lã, e em materiais rígidos, como chifres, garras e cascos de animais. O que difere esses materiais é o número de pontes dissulfetos entre as hélices da proteína. A lã, por exemplo, possui menos pontes e, quando estendida, pode ser alongada para quase o dobro de seu comprimento, pois são rompidas somente as interações fracas entre as hélices.

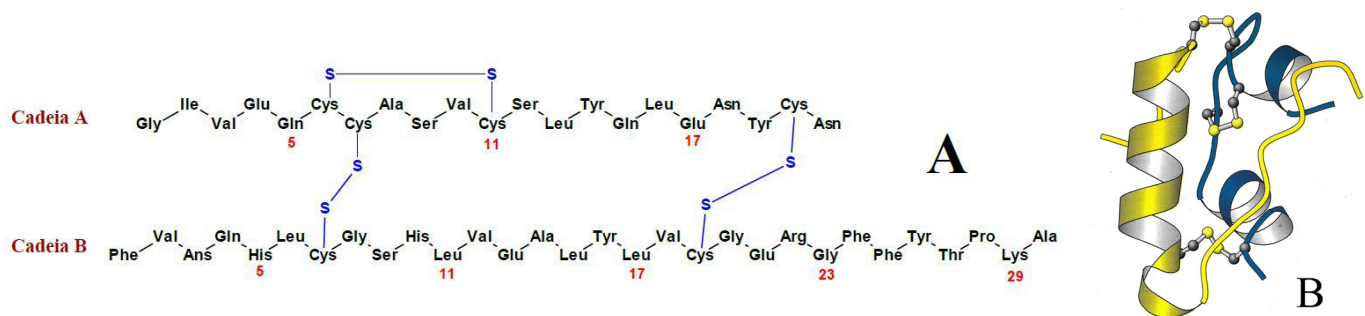


Figura 4: Estrutura da insulina. Estrutura linear (A) e tridimensional (B) da insulina. A molécula é constituída por duas cadeias ligadas por pontes dissulfeto (Berg et al., 2008).

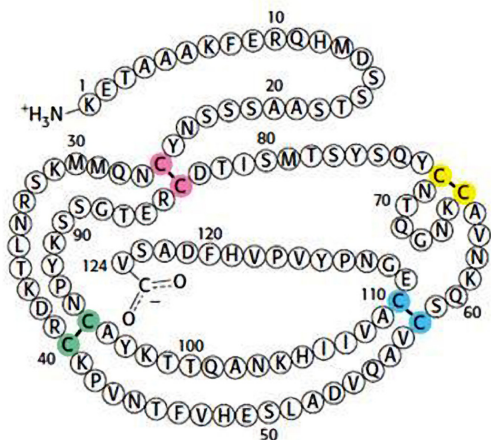


Figura 5: Estrutura da ribonuclease. Os aminoácidos em destaque mostram (C - cisteína) as pontes dissulfetos que estabilizam a estrutura terciária da proteína.

nucleicos ingeridos nos alimentos. Esta é uma cadeia única de 124 aminoácidos, contendo quatro pontes dissulfetos para estabilizar as hélices da estrutura secundária (Figura 5).

A proteína queratina pode ser encontrada em materiais flexíveis, como cabelo e lã, e em materiais rígidos, como chifres, garras e cascos de animais. O que difere esses materiais é o número de pontes dissulfetos entre as hélices da proteína. A lã, por exemplo, possui menos pontes e, quando estendida, pode ser alongada para quase o dobro de seu comprimento, pois são rompidas somente as interações fracas entre as hélices. Contudo, as pontes dissulfetos covalentes resistem ao rompimento e fazem a fibra voltar a seu estado original, uma vez liberada a força distensora (Berg et al., 2008).

Compostos de coordenação e o íon cúprico

Os compostos de coordenação, ou complexos metálicos, são estruturas químicas compostas de um átomo central (sendo este um metal) envolto por um determinado número de moléculas, íons, ou ainda outros átomos chamados ligantes. Os compostos de coordenação são indicados pelo uso de colchetes, por exemplo, o íon tetramincobre(II) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, espécie em que o íon Cu^{2+} se encontra coordenado por quatro moléculas de amônia.

Uma característica muito comum a alguns compostos de coordenação é que eles são capazes de absorver radiação

eletromagnética na região do visível, resultando em compostos coloridos. Os compostos de Cu^{2+} apresentam comumente colorações azuis ou verdes e, em geral, a cor de um composto de coordenação dependerá do metal, do seu estado de oxidação e dos ligantes que o coordenam (Lee, 1999).

A Figura 6 apresenta o sal sulfato de cobre(II) em diferentes formas cristalinas. O sólido azul corresponde ao sulfato de cobre pentahidratado, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. A coloração observada nesse sólido se deve à presença de água em sua estrutura cristalina. No estado sólido, o íon cúprico apresenta-se tetra-coordenado por moléculas de água que atuam como ligantes monodentados, isto é, doadores de único par de elétrons usado para estabelecer ligação com o metal do composto de coordenação. A quinta molécula de água pertencente ao sólido cristalino $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ e encontra-se ligada ao íon sulfato por intermédio de ligação de hidrogênio (Brown et al., 1999). O sulfato de cobre pentahidratado, quando mantido em estufa a 110°C por 1 hora, por exemplo, apresenta coloração esbranquiçada devido à desidratação, isto é, à perda parcial ou total das moléculas de água que compõem a estrutura cristalina.

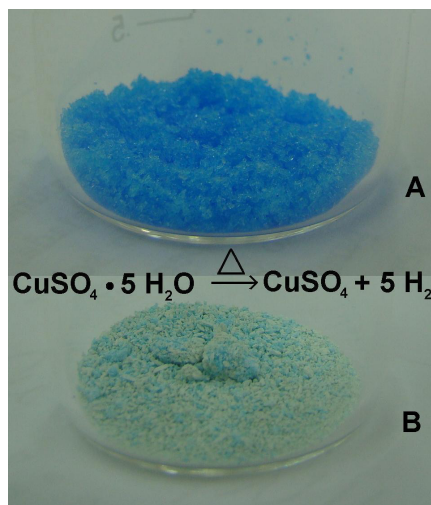


Figura 6: Sulfato de cobre pentahidratado (A) e submetido ao aquecimento (B).

Ao adicionar o sulfato de cobre em água, conforme a Figura 7, a coloração azul obtida é o resultado da complexação do íon Cu^{2+} por seis moléculas de água. Em solução aquosa, o íon cúprico encontra-se hexacoordenado

$[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$. A coloração azul passa a azul intenso quando os ligantes amônia substituem os ligantes água, formando os íons como $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{NH}_3)_3]^{2+}$ e $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{NH}_3)_2]^{2+}$. Como cita Lee (1999), em solução aquosa, é difícil adicionar o quinto e o sexto grupo amônia ao íon cúprico, mas é possível obter o íon $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ usando amônia líquida como solvente.

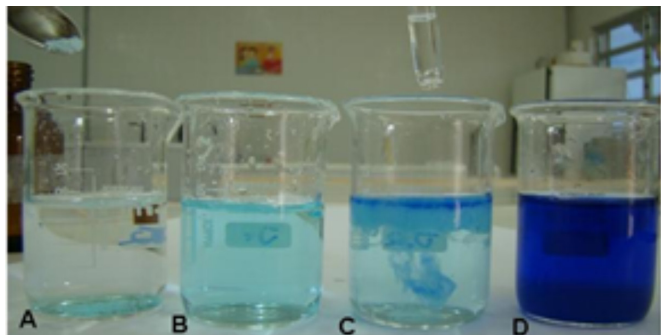


Figura 7: Preparação da solução de sulfato de cobre (A e B); adição de amônia (C); complexo $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ formado (D).

Para um composto apresentar cor, é necessário que haja absorção de luz na região do visível do espectro eletromagnético (Figura 8), ou seja, região compreendida na faixa espectral com comprimento de onda entre 400 e 700 nm aproximadamente. Um composto absorverá radiação visível quando essa radiação tiver energia necessária para promover um elétron de um estado de menor energia (estado fundamental) para um de maior energia (estado excitado). Quando um composto absorve luz visível, a cor percebida é o resultado das cores remanescentes, que são refletidas ou transmitidas e atingem a retina ocular. Um determinado composto poderá ter certa cor em virtude de duas circunstâncias: a) por refletir ou transmitir a luz correspondente à cor observada ou, então, b) por absorver a luz correspondente à cor complementar daquela que é observada (Brown et al., 1999). O Quadro 1 exemplifica as cores observadas para um composto como resultado da absorção da luz por este. A Figura 9 apresenta o disco de cores em que os setores opostos identificam os pares complementares. Por exemplo, o azul e o alaranjado são cores complementares.

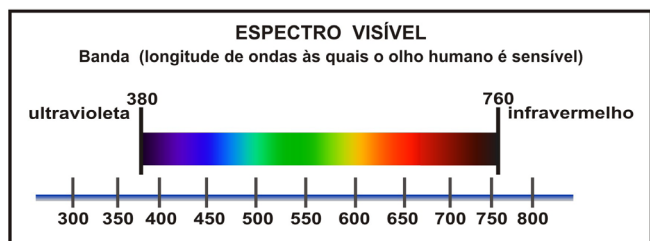


Figura 8: Espectro no visível, com as cores e comprimentos de onda (Campos, 2008).

Reação de caracterização de proteína

Determinar proteínas tem relevância em várias áreas como, por exemplo, em análises clínicas, favorecendo o

Quadro 1: Possibilidades de absorção eletromagnética na região do visível para um composto.

Se um composto...	O resultado aparecerá sobre a visão com coloração:
Absorve toda a radiação incidente sobre ele	Negra
Não absorver luz no visível	Branca ou incolor
Se absorver todas as radiações, exceto as azuis	Azul
Se absorver a radiação de cor complementar ao azul (alaranjada)	Azul

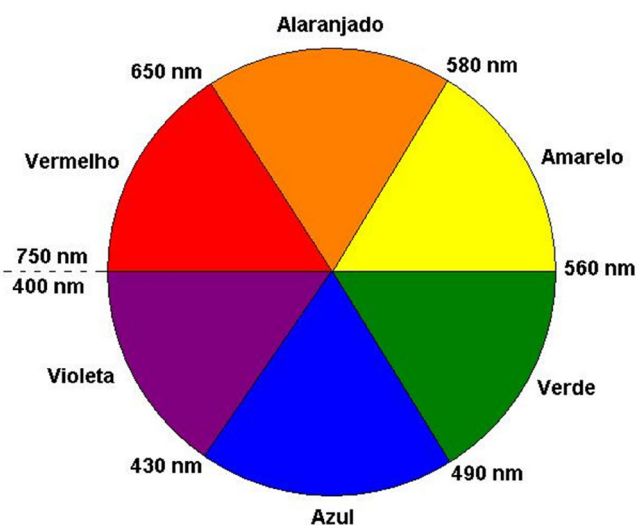


Figura 9: Disco de cores, com as cores complementares e intervalos de comprimento de onda.

diagnóstico de certas doenças correlacionadas com a alteração da quantidade de proteínas nos fluidos biológicos; em nutrição animal, destacando o aproveitamento racional de nutrientes; em problemas relacionados à nutrição humana, devendo certas dietas apresentar teor balanceado de proteínas; em tecnologia e ciências de alimentos, objetivando o aproveitamento da matéria prima e o melhoramento dos produtos; entre outros.

É ampla a variedade de compostos capazes de reagir com proteínas e formar compostos coloridos. Existem reações de coloração que são específicas para certos grupos funcionais de aminoácidos como, também, existem reações gerais que caracterizam grupamentos comuns a todas as proteínas.

Uma reação geral que caracteriza ligações peptídicas é chamada reação de biureto, nome dado à estrutura originada a partir da decomposição da ureia, quando esta é submetida a uma temperatura de aproximadamente 180 °C (Figura 10) e que fornece resultado positivo nesse teste (Petkowicz, 2007). O biureto, ao reagir com íons Cu^{2+} em meio alcalino, resulta em uma solução de coloração violeta, sendo este o princípio do método utilizado para determinar biureto em fertilizantes

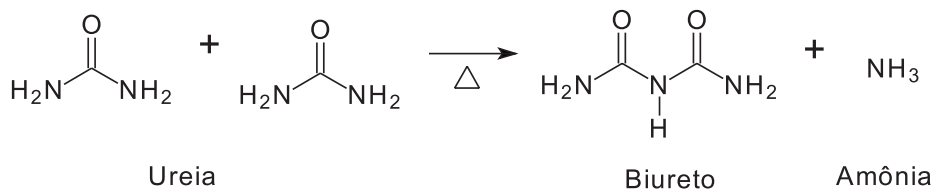


Figura 10: Reação de formação do biureto.

e suplementos alimentares animais e é recomendado pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC) como método oficial (Ferreira et al., 2007).

A Figura 11 representa a estrutura do composto de coordenação formado entre biureto e o íon Cu^{2+} . A Figura 12 apresenta como ocorre a interação entre a ligação peptídica da proteína e o íon cúprico, sendo possível observar que as ligações existentes na molécula de biureto são muito parecidas com as ligações peptídicas estabelecidas entre os aminoácidos formadores das cadeias polipeptídicas que originam as proteínas. O método de biureto tem sido aplicado para determinar a concentração de proteínas totais em diversos meios como soro, urina, alimentos. Apesar de ser rápido, utilizar reagentes de baixo custo e não apresentar grande variação da absorvidade específica para diferentes proteínas, esse método apresenta a desvantagem de baixa sensibilidade, pois os métodos que envolvem a reação de biureto requerem alta concentração de proteína na amostra como destaca o trabalho de Zaia et al. (1998), o que os

tornam desvantajosos em comparação a outros métodos existentes.

O presente trabalho apresenta um experimento simples, que utiliza materiais de fácil aquisição e ilustra uma reação qualitativa para detecção de proteínas em alimentos, tendo como resultado o surgimento de uma coloração violeta (indicativo de proteínas) devido à formação do composto de coordenação formado a partir da interação entre proteínas e o íon Cu^{2+} .

Material e reagentes

Hidróxido de sódio (solução 20 %); sulfato de cobre (solução 0,25 mol/L) – o reagente pode ser facilmente adquirido em casas de produtos agrícolas –; água; sal; açúcar; amido de milho; clara de ovo; extrato (caldo) de carne fresca; leite; suco ou leite de soja; conta-gotas; espátula; tubos de ensaio; e estante para tubos.

Procedimento

1. Solução de referência (padrão de cor do reagente): em um tubo de ensaio, adicionar 20 gotas de água, 20 gotas de solução de NaOH e 5 gotas de solução de CuSO_4 . Misturar bem os reagentes e observar a coloração.
2. Alimentos em pó: tomar uma pitada da amostra (amido de milho, açúcar, sal) e dissolvê-la em 15-20 gotas de água. Em seguida, adicionar 20 gotas de solução de NaOH e 5 gotas de solução de CuSO_4 . Agitar bem a mistura e observar a coloração.
3. Alimentos líquidos: no caso de leite, suco ou leite de soja e extrato (caldo) de carne fresca (deixar um pequeno pedaço de carne vermelha em água, 50 mL, por alguns minutos e separar o caldo), adicionar 10 gotas da amostra em um tubo de ensaio e, a este, 10 gotas de água. Misturar 20 gotas de solução de NaOH e 5 gotas de solução de CuSO_4 . Agitar e aguardar.
4. Colorações em diferentes concentrações de extrato de carne: separar 4 tubos de ensaio. Ao primeiro, adicionar 3 gotas de extrato de carne; ao segundo, 8 gotas; ao terceiro, 13 gotas; e ao quarto, 23 gotas. Sobre cada amostra, adicionar 20 gotas de solução de NaOH e 5 gotas de solução de CuSO_4 . Completar o volume com água (aproximadamente 10 mL). Agitar e aguardar. Transferir alíquotas de cada solução para tubos limpos, evitando a transferência de sólidos formados.

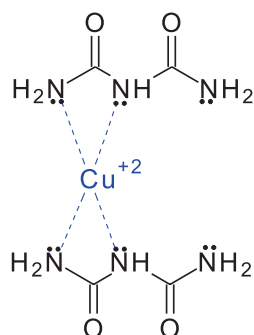


Figura 11: Representação da interação entre o íon cúprico e o biureto.

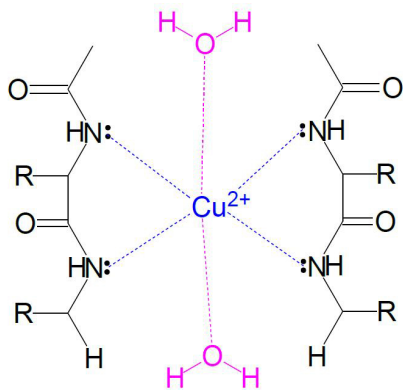


Figura 12: Representação da interação entre o íon cúprico e as cadeias proteicas.

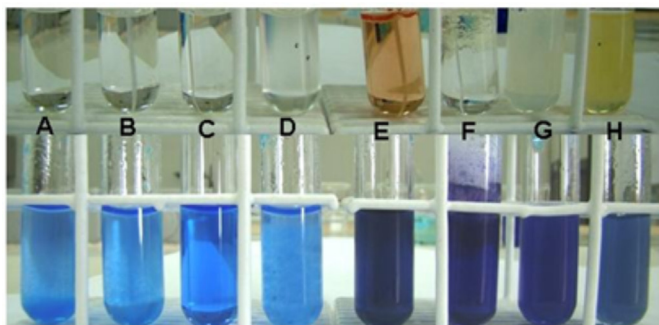


Figura 13: Acima: amostra de água (referência) (A); sal (B); açúcar (C); amido (D); extrato (caldo) de carne (E); clara de ovo (F); leite (G); e suco de soja (H), respectivamente. Abaixo: resultado após a reação com sulfato de cobre. O aspecto leitoso das amostras de deve à precipitação de $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ou CuO em meio alcalino.

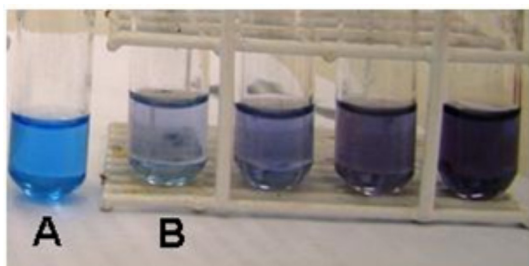


Figura 14: Mistura de referência (A); sequência de cores obtidas conforme a concentração de caldo de carne na mistura, variando da menor para a maior concentração empregada (B).

Resultados e discussão

A Figura 13 apresenta os resultados obtidos no experimento. Nos tubos A, B, C e D, a coloração da mistura permaneceu azul, sendo a solução de referência e os tubos contendo alimentos isentos de proteína: sal, açúcar e amido. No entanto, observou-se a formação de uma coloração violeta nos tubos E, F, G e H. A coloração violeta foi mais intensa nas amostras de extrato de carne, clara de ovo e leite. A amostra de suco de soja apresentou a coloração violeta menos intensa, possivelmente por apresentar menor concentração de proteínas comparada às amostras dos alimentos de origem animal. A formação de precipitado ou opalescência observada em todos os tubos deve-se à formação do hidróxido de cobre(II).

A coloração violeta observada após as reações descritas com alguns alimentos se deve à ocorrência de um composto de coordenação que se forma a partir de interações entre o íon cúprico e os átomos de nitrogênio presentes nas proteínas. O íon Cu^{2+} , por exemplo, é capaz de estabelecer ligações com ligantes capazes de contribuir com quatro pares de elétrons. Nesse caso, as proteínas atuam como ligantes do íon cúprico, e o par de elétrons disponível em cada átomo de nitrogênio exerce interação com o metal de modo a mantê-lo envolto, protegido, permitindo a estruturação do composto de coordenação.

A Figura 14 mostra que a intensidade da coloração violeta observada no experimento varia em termos da concentração de proteínas na mistura.

Agradecimento

Agradecemos à Profa. Dra. Elvira Barbosa da Silva, professora de línguas na UTFPR – campus Apucarana, pela colaboração.

Nota

De acordo com Petkowics (2007), um volume de 1000 mL do reativo de biureto é preparado pela dissolução de 1,5 g de sulfato de cobre pentahidratado, 6,0 g de tartarato duplo de sódio e potássio e 300 mL de solução de hidróxido de sódio 10% (m/v) em quantidade suficiente de água destilada para completar o volume. No entanto, resultados qualitativos sobre a presença de proteínas em alimentos podem ser obtidos utilizando apenas solução de sulfato de cobre e hidróxido de sódio, o que torna conveniente a aplicação dessa prática em aulas do ensino médio, principalmente pela facilidade de aquisição desses reagentes. Segundo a descrição do método colorimétrico para a determinação de proteínas totais utilizando o biureto, o limite de detecção é de 6,0 g/L (Katal, 2011). A fim de comparação, um método mais sensível, proposto em 1976 e que utiliza o corante azul brilhante de Comassie G250 para determinação de proteínas, apresentou o limite de detecção de 25 mg/L como descrito por Miwa (2002).

Questões propostas

1. Na preparação de uma amostra para análise de proteínas, pode-se encontrar também aminoácidos livres. É possível detectar esses aminoácidos pela reação de biureto? Justifique sua resposta.
2. A conformação tridimensional da proteína é extremamente importante para sua atividade funcional. A desnaturação proteica – por exemplo, por altas temperaturas – é um processo que desfaz as interações moleculares que mantêm a conformação tridimensional da proteína, afetando assim sua função. O ato de fritar ou cozinhar um ovo, por exemplo, afeta a conformação da proteína albumina encontrada na sua clara, que fica esbranquiçada após esse processo e, mesmo com a diminuição da temperatura, ela não volta ao estado normal. Se você utilizar o método do biureto para detectar as proteínas da clara de um ovo cru e de um cozido, encontrará resultados semelhantes? Explique.

Vanessa Vivian de Almeida (vanessavivian@utfpr.edu.br), bacharel, licenciada e mestre em Química pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Apucarana, Paraná – BR. **Edmilson Antônio Canesin** (edmilsoncanesin@utfpr.edu.br), bacharel em Química Tecnológica pela Universidade Estadual de Londrina (UEL), especialista em Ensino de Química (UEL), mestre em Química (UEL), é doutorando em Química (UEM). Apucarana, Paraná – BR. **Rúbia Michele Suzuki** (rubiasuzuki@utfpr.edu.br), é bacharel, mestre e doutora em Química (UEM). Apucarana, Paraná – BR. **Graciana Freitas Palioto** (graciana@utfpr.edu.br), bacharel e licenciada em Ciências Biológicas (UEM), é mestre e doutoranda em Biologia Comparada (UEM). Apucarana, Paraná – BR.

Referências

- BERG, J.M.; TYMOCZKO, J.L. e STRYER, L. *Bioquímica*. Trad. A.J.M.S. Moreira. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.
- BROWN, T.L.; LEMAY Jr., H.E. e BURSTEN, B.E. *Química*. 7. ed. Trad. H. Macedo. Rio de Janeiro: LTC, 1999.
- CAMPOS, C. *A verdadeira origem do sumo sacerdote*. 2008. Disponível em: <http://www.pegasus.portal.nom.br/maistextos17.htm>. Acessado em: jun. 2012.
- EXPLICATORIUM. *As proteínas*. Disponível em: <http://www.explicatorium.com/quimica/Proteinas.php>. Acessado em: jul. 2012.
- FELTRE, R. *Química*. v. 3. 6. ed. São Paulo: Moderna, 2004.
- FERREIRA, R.B.; FRANZINI, V.P. e GOMES NETO, J.A. Determinação de biureto em ureia agroindustrial por espectrofotometria. *Eclética Química*, v. 32, n. 1, p. 43-48, 2007.
- FRANCISCO Jr., W.E.F. e FRANCISCO, W. Proteínas: hidrólise, precipitação e um tema para o ensino de química. *Química Nova na Escola*, n. 24, p. 12-16, 2006.
- KATAL. *Proteínas totais*. 2011. Disponível em: <http://www.katal.com.br/pdfs/bl/proteinas-totais>. Acessado em: jun. 2012.
- LEE, J.D. *Química inorgânica não tão concisa*. 5. ed. Trad. H.E. Toma, K. Araki, R.C. Rocha. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.
- MARZZOCO, A. e TORRES, B.B. *Bioquímica básica*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.
- MIWA, A.C.P. *Comparação e avaliação dos métodos colorimétricos utilizados para determinação de proteínas em lagoas de estabilização*. 2002. 133 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.
- NELSON, D.L. e COX, M.M. *Princípios de bioquímica de Lehninger*. 5. ed. Trad. F. Horn & Cols. São Paulo: Artmed, 2011.
- PETKOWICZ, C.L.O. *Bioquímica: aulas práticas*. 7. ed. Curitiba: Ed. UFPR, 2007.
- ZAIA, D.A.M.; ZAIA, C.T.B.V. e LICHTIG, J. Determinação de proteínas totais via espectrofotometria: vantagens e desvantagens dos métodos existentes. *Química Nova*. v. 21, n. 6, p. 787-793, 1998.

Para saber mais

- QMCWEB Corantes: a química nas cores. *Revista eletrônica do departamento de Química*, ano 4, Florianópolis. Disponível em: www.qmc.ufsc.br/qmcweb/artigos/dye/corantes.html. Acessado em: ago. 2011.
- SOUZA, K.A.F.D. e NEVES, V.A. *Experimentos de bioquímica*. Disponível em: http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/praticas_proteinas/reacoes_coradasdois3.htm. Acessado em: ago. 2011.

Abstract: *Qualitative analysis of proteins in food through the complexation reaction of Cu²⁺*. The study of biomolecules is common in the subjects of Chemistry and Biology in high school. These Sciences have the experimentation as an important tool of teaching-learning and the formation of concepts. In this context the foods become contextualizing instruments of chemical knowledge that can be used by teachers in practical classes, what enable the teachers to develop contents related to biomolecules. This paper proposes a simple experiment based on classic reaction of complexation between copper (II) and biuret, adapted for the detection of proteins in foods, because it uses materials easily found.

Keywords: coordination compounds, proteins, biuret.