

BISMUTO



Wendell Guerra, Fabrício Eugênio Alves, Keila Cristina Cunha e Silva

Recebido em 20/01/2010, aceito em 23/09/2010

Número Atômico	Z = 83
Massa Molar	M = 208,98 g mol ⁻¹
Isótopos Naturais	209Bi (100%)
Ponto de Fusão	T _f = 271 °C

Especula-se que o bismuto, mesmo podendo ser encontrado no estado nativo, era desconhecido das antigas civilizações, embora alguns de seus compostos (minérios) tenham sido utilizados como se fossem chumbo ou estanho. As primeiras evidências que se têm do bismuto datam da Idade Média, segundo registros de alquimistas dos séculos XV e XVI. Em 1450, o monge e alquimista alemão Basilius Valentinus fez menção ao bismuto (*wismut*), pela primeira vez, não como um elemento, mas como uma substância metálica. Algum tempo depois, o também alemão Georgius Agricola (1494-1555), pioneiro da mineralogia no continente europeu, em duas obras (*Bermannus Sive De Re Metallica Dialogus*, 1528; e *De Natura Fossilium, Lib X*, 1546), descreve o bismuto como um metal, uma variedade de chumbo. Segundo suas pesquisas, o *Bismutum* possuía algumas propriedades intermediárias ao chumbo e ao estanho e, por isso, era confundido com estes e com o antimônio (Maar, 2008). As conclusões de Agricola foram bem aceitas na época, pois muitos alquimistas acreditavam que o elemento era de fato uma variedade de chumbo. Além disso, muitos mineiros acreditavam na teoria aristotélica da evolução metálica. Segundo esta, o bismuto era visto como uma evolução no processo de transmutação natural do chumbo e que, em alguns anos, transformar-se-ia em prata.

O bismuto só veio a ser reconhecido como um novo elemento, no ano de 1753, graças às pesquisas do químico francês Claude-François Geoffroy (1729-1753), que obteve o metal puro e concluiu que este era distinto do chumbo e do estanho. Este morreu no mesmo ano e coube a Johann Heinrich Pott e Torbern Olof Bergman continuar os estudos sobre as propriedades físico-químicas do bismuto e confirmar a “descoberta” do novo elemento. É relevante comentar que na época de Geoffroy, Robert Boyle já havia introduzido o conceito de elemento químico. Além disso, no século XVIII, houve a descoberta de vários elementos devido a um maior entendimento sobre as transformações químicas e pelo aperfeiçoamento dos métodos de separação que haviam sido desenvolvidos pelos alquimistas.

Durante os séculos XV e XVI, foram atribuídos vários nomes para o bismuto. A explicação mais provável para o nome atual seria uma distorção da palavra alemã *weisse masse*, que significa massa branca (na qual o elemento foi encontrado), sendo depois alterado para *wismuth* e *bisemutum*, que é a terminologia latinizada de *wismuth*.

O bismuto é um metal quebradiço, de coloração prata esbranquiçada (embora sua superfície possa apresentar uma coloração levemente rósea), de baixo ponto de fusão e que reage com o oxigênio somente a temperaturas elevadas. Quando combinado, exibe principalmente os estados de oxidação +3 e +5, sendo o primeiro o mais comum. O elemento requer um agente oxidante forte para alcançar o estado de oxidação +5 e, em compostos binários, esse estado é alcançado somente com os elementos flúor (BiF₃) e oxigênio (Bi₂O₅). Ambos os compostos são instáveis e excelentes agentes fluorantes ou oxidantes. Por exemplo, a 150 °C, BiF₅ reage com UF₄, produzindo UF₆ e também reage explosivamente com a água, produzindo F₂O e O₃. Íons Bi³⁺ são instáveis em solução aquosa. Como exemplo, BiCl₃ reage prontamente com água, produzindo íons BiO⁺. No entanto, o processo pode ser revertido pela adição de HCl 5 mol/L. De fato, muitos compostos de bismuto sofrem decomposição em água, mas há exceções como os haletos BiF₃ e BiI₃ que são solúveis. Íons Bi³⁺ formam vários complexos (ou compostos de coordenação). Geralmente, esses complexos possuem baixa solubilidade nos solventes mais comuns, dificultando uma caracterização espectroscópica abrangente. No entanto, muitas estruturas têm sido determinadas por difração de raios X e, quando comparadas a outras similares, frequentemente apresentam estruturas atípicas (Lee, 2000).

Na natureza, o bismuto é encontrado principalmente nos minerais bismutinita (Bi₂S₃) e bismita (Bi₂O₃). Na forma nativa, ocorre em pequenas quantidades associado aos minérios de prata, zinco e chumbo. Uma fonte comercial do elemento é o Bi₂O₃ obtido a partir das poeiras de exaustão provenientes da calcinação de sulfetos de chumbo, zinco e cobre que, posteriormente, é reduzido com carbono.

A maior parte do bismuto em circulação no mundo é proveniente de jazidas de minérios dos países Peru,

A seção “Elemento químico” traz informações científicas e tecnológicas sobre as diferentes formas sob as quais os elementos químicos se manifestam na natureza e sua importância na história da humanidade, destacando seu papel no contexto de nosso país.

México, Bolívia e China. Com relação ao Brasil, a quantidade de bismuto encontrada no subsolo do país é bastante escassa, ocorrendo apenas em algumas minas. Para atender à demanda da indústria nacional, o país importa compostos de bismuto. É importante comentar que, nos Estados Unidos, a produção de bismuto cessou em 1997 e que atualmente tem sido obtido por meio da reciclagem de ligas que possuem o elemento.

As aplicações comerciais do bismuto se devem principalmente às suas características peculiares, tais como a sua baixa toxicidade e o baixo ponto de fusão. Assim, é principalmente empregado na obtenção de produtos químicos, farmacêuticos, ligas de baixo ponto de fusão, produtos eletrônicos, cerâmicas, cosméticos (BiOCl é utilizado como pigmento em batons, blush etc.), armamentos, fusíveis, suporte para lentes ópticas e revestimentos de tanques combustíveis. Também é empregado como um catalisador na produção de fibras de acrílico e como uma alternativa ao chumbo devido à sua menor toxicidade. Um composto relevante é o BSCCO-2223 ($\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+y}$), que é supercondutor a 110 K, uma temperatura considerada elevada para essa área de estudo, indicando que cerâmicas contendo bismuto possam ser utilizadas no futuro.

No que diz respeito às ligas, o bismuto metálico é utilizado com o propósito de obter materiais de baixo ponto de fusão principalmente em combinação com o chumbo e o estanho. A presença do metal, que é grande, ajuda a amaciar a liga e a diminuir seu ponto de fusão. Dessa forma, essas ligas são empregadas em sistemas para detectar incêndio. Com o aumento da temperatura, a liga sofre fusão e ativa um sistema de borrifadores que espalham água no ambiente, extinguindo o fogo. O bismuto também é empregado na obtenção de soldas de fundição. Além de possuir baixo ponto de fusão, o bismuto, assim como o gálio e o germânio, é menos denso do que o líquido e, como consequência, não sofre contração quando se solidifica. Por ser um metal diamagnético, é utilizado na produção de ligas denominadas bismanol, nas quais o bismuto encontra-se misturado com o ferro e o manganês. Essas ligas são

ímãs permanentes muito utilizados em motores elétricos.

Como fármacos, compostos de bismuto têm sido utilizados na medicina desde o século XVIII. Atualmente, são usados principalmente para tratar úlceras pépticas induzidas pela bactéria Gram-negativa *Helicobacter pylori*. O tratamento consiste na erradicação do microrganismo e, nesse aspecto, diversas formulações farmacêuticas contendo bismuto (De-nol®, Pepto-Bismol® e Pylorid®) têm sido utilizadas. A eficácia desses compostos é atribuída à sua ação bactericida contra o *H. pylori*. Em menor grau, compostos de bismuto são também utilizados no tratamento de dispepsia e diarreia. Apesar de o elemento ser considerado um metal pesado, fármacos à base de bismuto são considerados seguros, tendo como efeitos colaterais mais graves a disfunção neurológica e a nefrotoxicidade em consequência da superdosagem. No entanto, os efeitos tóxicos provocados pelo bismuto são reversíveis ao longo de algumas semanas ou meses, quando a ingestão do fármaco é interrompida (Rodrigues, 2009). A eliminação do metal ocorre pelas vias urinária e fecal e, nesse sentido, vários métodos espectroscópicos e eletroanalíticos têm sido empregados para dosar a quantidade de bismuto eliminado, uma vez que seu acúmulo no organismo pode agravar sua toxicidade. Por fim, radioisótopos de ^{212}Bi e ^{213}Bi têm sido utilizados no tratamento de câncer.

Wendell Guerra (wg@iqufu.ufu.br), bacharel, licenciado e mestre em Química pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), doutor em Química pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), é professor adjunto da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). **Fabrizio Eugênio Alves** (fabricioeugenio_ptc@hotmail.com) é aluno do curso de licenciatura em Química da UFU.

Referências

- MAAR, J.H. *História da Química - Primeira Parte - Dos primórdios a Lavoisier*. Florianópolis: Conceito, 2008.
- LEE, J.D. *Química inorgânica não tão concisa*. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.
- RODRIGUES, M.A.; RUGGIERO, R. e GUERRA, W. Compostos inorgânicos como fármacos, *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, v. 115, p. 25-30, 2009.

O VI Encontro Paulista de Pesquisa em Ensino de Química (VI EPPEQ) será realizado entre os dias 16 e 18 de novembro de 2011, em São Carlos (SP), no Centro de Divulgação Científica e Cultural da USP (CDCC).

O evento é promovido pela Universidade de São Paulo e Universidade Federal de São Carlos e tem como finalidade articular os pesquisadores da área de Ensino de Química do Estado de São Paulo, criando espaços para discussão e consolidando grupos que possam contribuir para o fortalecimento da área.

A programação contempla a realização de conferências plenárias, mesas-redondas, apresentação de resultados originais de pesquisa (em forma oral e em painéis) e realização de oficinas. Os temas das conferências, mesas-redondas e oficinas foram definidos de forma a contribuir para o aprofundamento das discussões em relação aos eixos articuladores do VI EPPEQ, *Divulgação Científica e Experimentação no Ensino de Química*.

O evento será aberto à participação da comunidade acadêmica em geral.

Mais informações: <http://www.cdcc.usp.br/vieppeq/>

