

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA POR MEV/EDS DE MOEDAS DO BRASIL COLONIAL*

Cássio Barbosa¹
Rachel Pereira Carneiro da Cunha²
Davi de Almeida Lyra Correa³
Robson de Oliveira Centeno⁴

Resumo

Por mais de três séculos, de 1500 a 1822, o Brasil foi colônia de Portugal e durante este longo período desenvolveu diferentes tipos de atividades econômicas, conhecidas como "ciclos": inicialmente, no século XVI o "ciclo" do pau-brasil, depois, durante os séculos XVI e XVII, principalmente no Nordeste, o ciclo da cana de açúcar, no século XVIII em Minas Gerais o ciclo da mineração de ouro e finalmente no século XIX o ciclo do café. Mudanças administrativas no período tiveram como uma das consequências a criação da Casa da Moeda do Brasil em 1694, que continuou existindo como órgão responsável pela cunhagem de moedas e pela cunhagem de moedas/controla a emissão e circulação de moeda também nos séculos seguintes, inclusive após o advento da independência (1822) e da proclamação da república (1889). Utilizando as técnicas de microscopia ótica e microscopia eletrônica de varredura (MEV), com espectroscopia energia dispersiva de raios X (EDS), foram analisadas algumas características morfológicas e químicas de moedas coloniais de cobre (1774), prata (1749) e ouro (1809), comparadas com moedas mais recentes, cunhadas após a independência do Brasil.

Palavras-chave: Moedas, Brasil Colonial, Ouro, Prata, Cobre, MEV/EDS.

CHEMICAL CHARACTERIZATION OF BRAZILIAN COLONIAL COINS BY SEM/EDS

Abstract

Over three centuries, from 1500 to 1822, Brazil was a colony of Portugal and along this period it developed different kinds of economical activities known as "cycles": firstly in the 16 th century the Brazil wood cycle, during the 16 th and 17 th centuries, mainly in the Northeast the sugar cycle, in the 18 th century the gold mining cycle and finally in the 19 th century the coffee cycle. Administrative changes in this period resulted in the establishment of the Brazilian Mint in 1694, which was responsible for coining coins throughout the following centuries, even after independence (1822) and the proclamation of the republic (1889). techniques such as optical microscopy and scanning electron microscopy (SEM) with X-ray energy dispersion spectroscopy (EDS), were used to analyze morphological and chemical characteristics of colonial coins made of copper (1774), silver (1749) and gold (1809), which were also compared with more recent coins, produced after the independence of Brazil.

Keywords: Coins, Colonial Brazil, Gold, Silver, Copper, SEM/EDS.

¹ Engenheiro Metalúrgico, DSc, Instituto Nacional de Tecnologia (INT/MCT), Rio de Janeiro, Brasil.

² Engenheira Mecânica, Instituto Nacional de Tecnologia (INT/MCT), Rio de Janeiro, Brasil.

³ Engenheiro Mecânico, Instituto Nacional de Tecnologia (INT/MCT), Rio de Janeiro, Brasil.

⁴ Técnico Mecânico, Instituto Nacional de Tecnologia (INT/MCT), Rio de Janeiro, Brasil.

Após a chegada de Pedro Álvares Cabral e seus homens ao Brasil em 22 de abril de 1500, as primeiras vilas brasileiras foram fundadas a partir dos anos 1530, dando início ao período denominado Brasil Colonial, durante o qual o país esteve submetido à coroa portuguesa por cerca de três séculos, até tornar-se independente do reino de Portugal em 7 de setembro de 1822 [1-3].

Durante este período o país passou por diferentes ciclos de atividades econômicas, começando pelo ciclo da extração do pau-brasil, tipo de árvore que deu nome ao país, que logo depois foi substituída pelo ciclo da cana de açúcar, principalmente no Nordeste brasileiro nos séculos XVI e XVII, ao qual se seguiu o ciclo da mineração do ouro, basicamente concentrada na capitania de Minas Gerais no século XVIII, até chegar ao ciclo do café, principalmente nos estados do Sudeste brasileiro no século XIX [1-3].

No que se refere aos aspectos administrativos, o fracasso do sistema de capitanias hereditárias, estabelecido em 1534, levou ao estabelecimento de um governo central, chefiado pelo governador geral Tomé de Souza, sob as ordens do rei de Portugal, na cidade de Salvador, fundada em 1549. O sistema administrativo, baseado na figura do governador geral, manteve-se nos séculos posteriores, apenas com a modificação da denominação do cargo para vice-rei no século XVIII, quando houve a mudança da sede do governo de Salvador para o Rio de Janeiro em 1763 [1]. Nesse meio tempo, ainda no final do século XVII, mais especificamente em 1694, foi fundada a Casa da Moeda do Brasil, destinada a cunhar moedas e controlar a emissão e circulação da moeda na colônia [4]. A partir daquele ano, a Casa da Moeda tornou-se a instituição responsável pela cunhagem de moedas no Brasil, condição mantida posteriormente, com o advento da independência (1822) e da república (1889), mantendo-se assim atualmente.

Assim, foram analisadas neste estudo três moedas cunhadas pela Casa da Moeda do Brasil no século XVIII e início do século XIX, portanto moedas bicentenárias: uma moeda de prata de 1749, uma moeda de cobre de 1774 e uma moeda de ouro de 1809, portanto todas cunhadas no período colonial brasileiro.

Com este propósito, neste trabalho, foram utilizadas as técnicas de microscopia ótica e microscopia eletrônica de varredura (MEV), com microanálise de composição química por determinação de níveis de energia dispersiva de raios X (EDS), emitidos por uma amostra sob a qual incide o feixe de elétrons primários do MEV, para analisar as três moedas mencionadas.

Deste modo, foi possível visualizar aspectos morfológicos das moedas e determinar a composição química das mesmas, ou seja, quais os elementos de liga presentes nessas moedas, bem como sua composição química aproximada, que foi então comparada com as das moedas cunhadas após a independência do Brasil.

2 DESENVOLVIMENTO

Dois tipos de ensaios foram realizados: análise visual em um estereomicroscópio e microscopia eletrônica de varredura (MEV) com microanálise de composição química por EDS ("X-Ray Energy Dispersion Spectroscopy": espectroscopia de energia dispersiva de raios X).

As amostras (moedas) foram observadas no estereomicroscópio ótico Olympus, modelo SZX 16, com ampliação de 3,5 X e imagens foram capturadas, tanto de uma face, quanto da outra, das três moedas, cada uma cunhada com uma liga metálica de um metal diferente: cobre, ouro e prata.

As mesmas amostras, analisadas no estereomicroscópio ótico, foram observadas, também sem qualquer tipo de preparação metalográfica, em um microscópio eletrônico de varredura (MEV), marca FEI, modelo Inspect S 50 com filamento de tungstênio operando ente 20 e 30 kV, equipado com um detector de EDS (dispositivo para espectroscopia de energia dispersiva de raios X).

3 RESULTADOS

As figuras 1, 2 e 3 apresentam os aspectos macrográficos das moedas de cobre, prata e ouro, respectivamente, sendo: a: verso; b: reverso.



Figura 1: Moeda de cobre, de 1774: esquerda: verso; direita: reverso.



Figura 2: Moeda de prata, de 1749: esquerda: verso; direita: reverso.



Figura 3: Moeda de ouro, de 1809: esquerda: verso; direita: reverso.

As figuras 4, 5 e 6 mostram regiões das amostras em que foram obtidos os espectros de EDS, que são apresentados nas figuras 7, 8 e 9, com os respectivos dados semiquantitativos.

As figuras 4, 5 e 6 mostram as regiões das amostras em que foram obtidos os espectros de EDS, que são apresentados nas figuras 7,8 e 9 com os respectivos dados semiquantitativos.

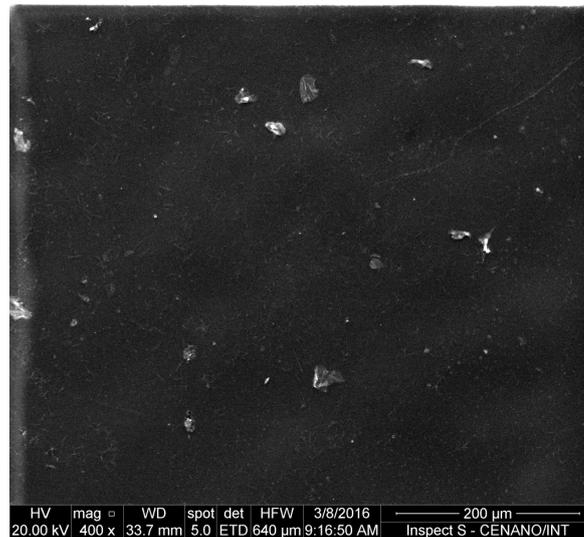


Figura 4: Região da moeda de cobre, de 1774, onde foi obtido o espectro de EDS.

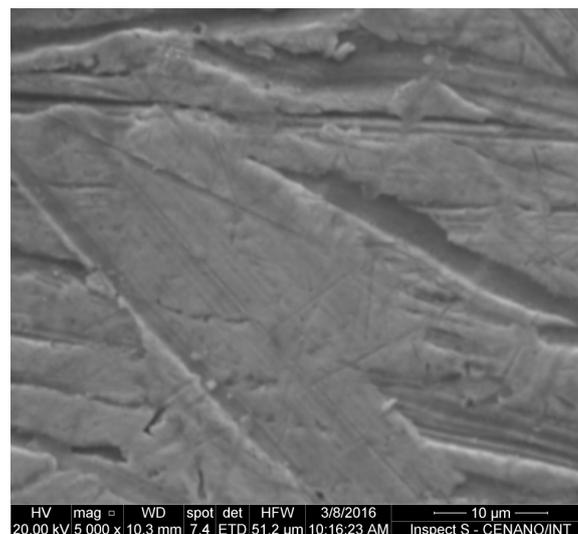


Figura 5: Região da moeda de prata, de 1749, onde foi obtido o espectro de EDS.

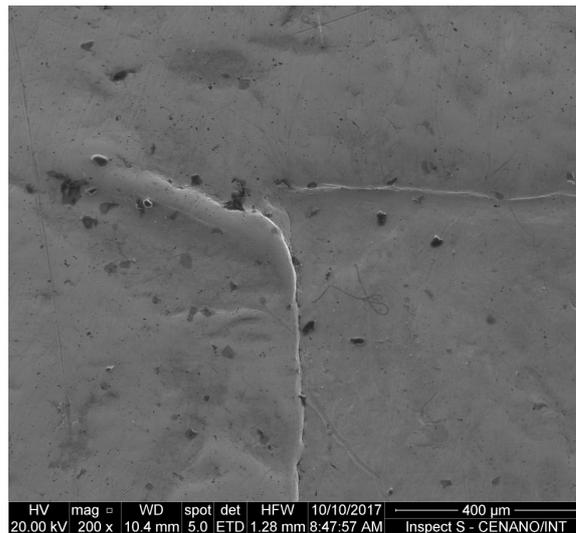


Figura 6: Região da moeda de ouro, de 1809, onde foi obtido o espectro de EDS.

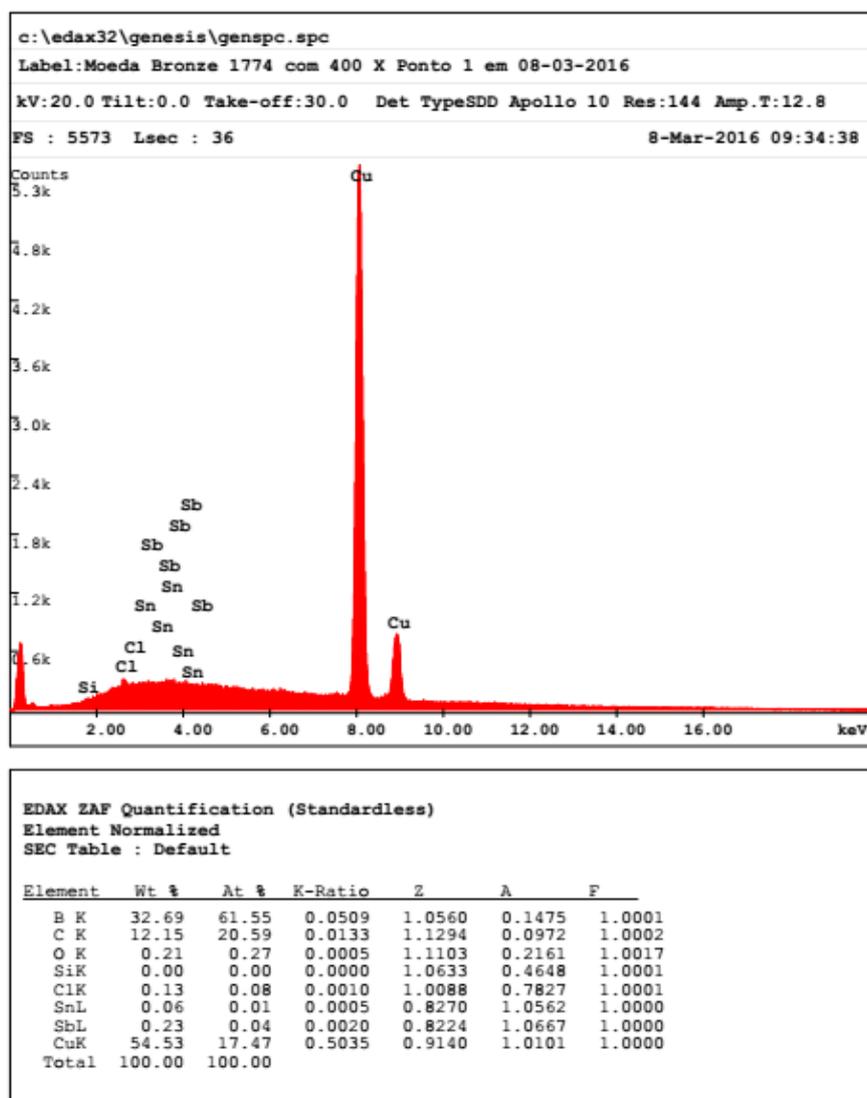


Figura 7: Espectro de EDS e teores pela análise semiquantitativa da moeda de cobre, de 1774.

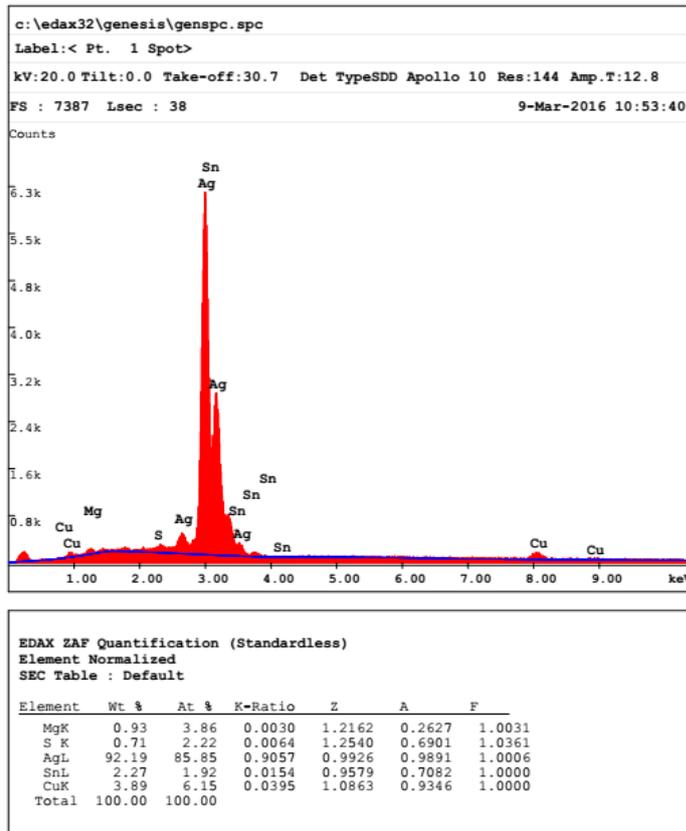


Figura 8: Espectro de EDS e teores pela análise semiquantitativa da moeda de prata, de 1749.

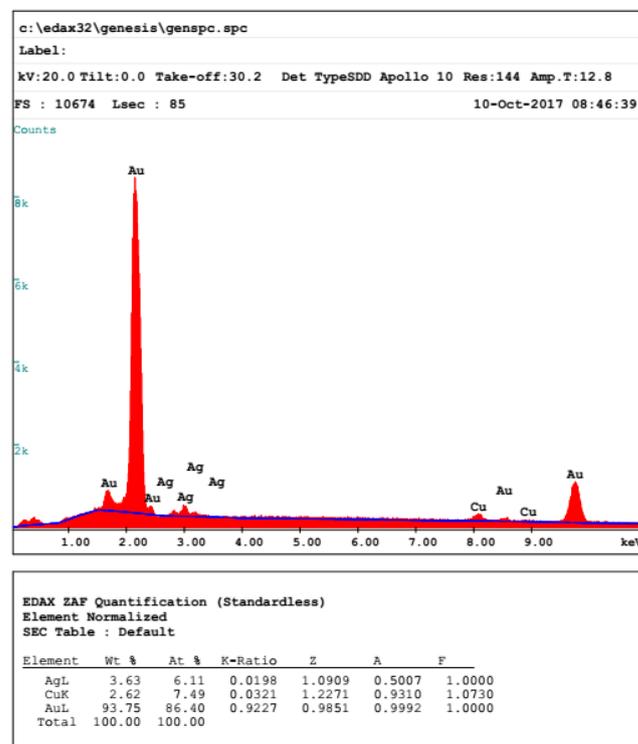


Figura 9: Espectro de EDS e teores pela análise semiquantitativa da moeda de ouro, de 1809.

Nas tabelas 1, 2 e 3 é apresentada a composição química normalizada (corrigida) de cada moeda. Nesta composição são eliminados teores de elementos que correspondem somente a algum tipo de contaminação superficial, como carbono (C) e boro (B), cloro (Cl), enxofre (S) e oxigênio (O).

Tabela 1 - Composição química normalizada (corrigida) das moedas de cobre (1774): % em massa.

Elemento	Estanho (Sn)	Antimônio (Sb)	Cobre (Cu)
%	0,02	0,42	Restante (99,56)

Tabela 2 - Composição química normalizada (corrigida) das moedas de prata (1749): % em massa.

Elemento	Cobre (Cu)	Estanho (Sn)	Magnésio (Mg)	Prata (Ag)
%	3,92	2,28	0,94	Restante (92,86)

Tabela 3 - Composição química normalizada (corrigida) das moedas de ouro (1809): % em massa.

Elemento	Cobre (Cu)	Prata (Ag)	Ouro (Au)
%	2,62	3,63	Restante (93,75)

4 DISCUSSÃO

A análise química proporcionada pelo detector de EDS do MEV não é tão precisa quanto a que é obtida com outros métodos, como o de WDS do próprio MEV, que pode ser considerada uma análise totalmente quantitativa, ou os métodos macroscópicos tradicionais, como a fluorescência de raios X e a análise por via úmida [5-6].

Entretanto, apresenta como vantagem a rapidez, em comparação com o método bem mais complexo e bem mais demorado que é o WDS, e o fato de não ser um método destrutivo, como ocorre com outros métodos macroscópicos convencionais. Entretanto, por ser além de mais complexo, um método bem mais demorado do que o EDS, acarreta a exposição das amostras ao feixe de elétrons primários por um período bem mais prolongado, podendo assim danificar materiais mais sensíveis, como polímeros e materiais de origem biológica. No presente caso os materiais são metálicos, teoricamente bem mais resistentes, entretanto, ao mesmo tempo são peças históricas, que não podem ser danificadas [5-6].

De acordo com algumas fontes, estas seriam as ligas de cobre, prata e ouro mais utilizadas para a cunhagem de moedas atualmente [7-10]:

Cobre:

De acordo com algumas fontes, somente a partir de 1868 moedas brasileiras passaram a ser cunhadas em bronze (liga cobre-estanho), o que continuou até a s primeiras décadas do século XX, sendo que atualmente somente moedas e medalhas comemorativas são cunhadas com esta liga [XX Os Metais na Cunhagem Brasileira], que segundo outra fonte seria composta basicamente por 95 % de cobre, 4 % de estanho e 1 % de zinco [7].

Assim, até meados do século XIX, as moedas brasileiras de menor valor nominal, como as de 20 ou 40 réis, eram cunhadas com cobre comercialmente puro, exatamente como no caso desta moeda de 1774, de 20 réis, cunhada com cobre comercialmente puro (acima de 99,5 %) com pequenos teores de antimônio (0,42 %) e de estanho (0,02 %). Uma fonte consultada afirma que estas moedas seriam cunhadas com 100 % de cobre, mas a análise conduzida neste estudo indica que pequenos teores de antimônio e estanho estão presentes [7].

Prata:

Nos séculos XIX e XX as ligas de prata mais utilizadas para a cunhagem de moedas correspondiam à composição química de 90 % prata e 10 % cobre a 92,5 % prata e 7,5 % cobre [8], teores que também correspondem aos das ligas de prata mencionadas na literatura internacional [9], mas a moeda de prata cunhada em 1749 e analisada neste estudo, apresentou composição química correspondente a 93,75 % prata, 3,92 % de cobre, 2,28 % de estanho e 0,94 % de magnésio, sendo portanto mais rica em prata do que as moedas cunhadas nos séculos seguintes.

Ouro:

Nos séculos XIX e XX foram utilizadas ligas com 90 a 92 % de ouro, sendo os demais elementos a prata e o cobre. A literatura internacional menciona ligas com 90 % de ouro, 5 % de prata e 5 % de cobre e 80 % de ouro, 10 % de prata e 10 % de cobre [10]. A moeda de ouro analisada no presente estudo contém 93,75 % de ouro, 3,63 % de prata e 2,62 % de cobre.

De um modo geral, analisando o conjunto das três moedas antigas, do Brasil colonial, é possível dizer que de meados do séculos XVIII até o início do século XIX as moedas apresentavam um grau de pureza superior ao que é encontrado nas moedas de meados do século XIX em diante, até os dias atuais.

5 CONCLUSÃO

A análise realizada com a utilização da técnica de EDS (espectroscopia de energia dispersiva de raios X), sendo não destrutiva, possibilitou a determinação da composição química das moedas de cobre, prata e ouro cunhadas no Brasil colonial, entre meados do século XVIII e o início do século XIX.

Esta análise evidenciou que as moedas cunhadas naquele período histórico apresentavam grau de pureza mais alto do que as moedas cunhadas no Brasil posteriormente, de meados do século XIX até a atualidade (século XXI) e também do que as faixas de composição química de ligas de cobre, prata e ouro, utilizadas mundialmente e reportadas na literatura específica sobre o tema.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq e à FAPERJ pelo suporte financeiro para esta pesquisa, assim como a Rafael de Abreu Vinhosa e Robson Oliveira Centeno, do LACPM/DIEMP/INT pela obtenção das imagens de microscopia ótica.

Referências bibliográficas

- [1] - HOLLANDA, S.B. - "História do Brasil: das origens à independência", volume 1, Editora Nacional", São Paulo, 1975, 154 p.
- [2] - DORIA, P. - "1565: Enquanto o Brasil nascia", Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 2012, 277 p.
- [3] - DORIA, P. - "1789", Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 2013, 270 p.
- [4] - História da CMB (Casa da Moeda do Brasil), <<http://www.casadoemeda.gov.br/portal/socioambiental/cultural/historia-da-cmb.html>>, acesso em 21/11/2017.
- [5] - MANNHEIMER, W.A. - "Microscopia dos Materiais", E-Papers, Rio de Janeiro, 2002, 201 p.
- [6] - GOLDSTEIN, J.; NEWBURY, D; JOY, D.; LYMAN, C.; ECHLIN, P.; LIFSHIN, E.; SAWYER, L.; MICHAEL, J.; - "Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis, Springer, New York, 2003, 690 p.
- [7] - Moedas do Brasil, <<http://www.moedasdobrasil.com.br/materiais.asp>>, acesso em 10/11/2017.
- [8] - Os diferentes tipos de metais em moedas, <<http://numismaticadosul.blogspot.com.br/2014/09/os-diferentes-tipos-de-metais-em-moedas.html>>, acesso em 13/11/2017.
- [9] - ASM Handbook, volume 2, ASM International, Materials Park, Ohio, USA, p.700.
- [10] - ASM Handbook, volume 2, ASM International, Materials Park, Ohio, USA p.705.