

# Caracterização Físico-Química das cerâmicas arqueológicas de Cusco, Peru

Patricia Ramos Carvalho; Casimiro Sepúlveda Munita  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN – CNEN/SP

## INTRODUÇÃO

A caracterização físico-química de materiais arqueológicos tem sido empregada na elucidação de questões referentes à origem da matéria-prima, metodologia de fabricação de objetos e existência de interconexões entre grupos humanos com base, por exemplo, no estudo de materiais cerâmicos [1]. A ideia básica nesse estudo é que as concentrações elementares de cada cerâmica são indicativas da matéria-prima utilizada na sua fabricação, como argilas e temperos. Dessa forma, é possível realizar estudos de proveniência, procedimento este já bem estabelecido e, frequentemente, denominado como “*signature*” da cerâmica [2].

As análises físico-químicas dos vestígios arqueológicos têm sido realizadas por meio das ciências exatas sobre a denominação de Arqueometria. O termo Arqueometria, como indicativo de um ramo científico, surge com a sistematização de uma área interdisciplinar de estudos que liga as ciências exatas à conservação, restauração e estudo de patrimônio cultural.

Um dos principais focos da Arqueometria tem sido o estudo das cerâmicas, que por serem resistentes ao intemperismo, são encontradas em quantidades significativas na maioria dos sítios.

O presente projeto pretende realizar estudos de caracterização físico-química das cerâmicas de sítios arqueológicos de Cusco, Peru, (Batan Urqu Waro, Quenqo Pas, Ollanta Urubumba, Qotaqalle San Sebastian, Quiscapata San Cristobal),

utilizando o método por análise por ativação com nêutrons instrumental (INAA).

## OBJETIVO

Caracterização química de 48 fragmentos cerâmicos dos sítios arqueológicos de Cusco, Peru, utilizando o método de INAA.

## METODOLOGIA

As medidas de atividade gama induzida foram realizadas utilizando-se um detector de Ge hiperpuro da Canberra, com resolução de 1,90 keV no pico de 1332 keV do  $^{60}\text{Co}$ . Placa S-100 MCA da Canberra, com 8192 canais e eletrônica associada. Os espectros de raios gama foram obtidos e analisados por meio do programa Genie-2000 NAA Processing Procedure, desenvolvido pela Canberra.

Os fragmentos cerâmicos foram, inicialmente, lavados com água Milli-Q, removendo-se a superfície externa com uma escova de cerdas finas. Em seguida, colocados em estufa, a 104°C, por 30 minutos. Posteriormente, a superfície da cerâmica foi eliminada com lima rotativa de carbeto de tungstênio, adaptada a uma furadeira com velocidade variável, a fim de se evitar qualquer contaminação. Cerca de 500 mg de amostra, na forma de pó, foram obtidos fazendo-se de 3 a 5 orifícios na parte interna do fragmento, evitando-se que a broca atravessasse suas paredes. Este pó foi secado em estufa a 104°C por 24 horas e armazenado em dessecador [3].

Para a análise, cerca de 100 mg de cada amostra de cerâmica foi pesada em invólucros de polietileno e selados usando-se ferro de solda. Os invólucros foram envoltos em folhas de papel alumínio. Uma série de oito amostras, juntamente com, aproximadamente, 100 mg do material de referência *Standard Reference Material – NIST-SRM 1633b Constituent Elements in Coal Fly Ash*, foi utilizado como padrão. As amostras foram submetidas à irradiação por 8 horas no reator IEA-R1m do IPEN-CNEN/SP, sob um fluxo de nêutrons térmicos da ordem de  $10^{12} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ .

Foram realizadas duas medidas, sendo determinados, após sete dias de caimento K, La, Lu, Na, Nd, Sb, Sm, U e Yb e após 25-30 dias de decaimento, Ce, Co, Cr, Cs, Eu, Fe, Hf, Rb, Sc, Ta, Tb, Th e Zn [2, 3].

## RESULTADOS

Com o propósito de estudar o controle de qualidade analítico do método adotado, foram realizadas 15 análises do material de referência IAEA Soil-7. Para isso, nos resultados encontrados foi calculada a precisão e a exatidão do método, comparando o valor encontrado com o valor certificado e/ou o valor obtido por outros laboratórios. Os resultados foram estudados por vários parâmetros estatísticos tais como, a média, o desvio padrão, o desvio padrão relativo, etc. Os resultados mostraram que a maioria dos elementos apresentou uma precisão menor que 10%. Esta precisão é considerada por autores, adequada na escolha dos elementos químicos para estudos de caracterização química de objetos arqueológicos, utilizando métodos estatísticos multivariados.

A seguir, procedeu-se a analisar amostras de fragmentos cerâmicos dos sítios arqueológicos Batan Urqu Waro, Quenqo Pas, Ollanta Urubumba, Qotaqalle San Sebastian, Quiscapata San Cristobal. As

concentrações elementares foram transformadas em logaritmo base 10 para compensar a diferença de magnitude entre elementos que são determinados em porcentagem e em nível de traços. Por outro lado essa transformação faz com que os dados tenham uma transformação normal, tendendo a estabilizar as variâncias das variáveis, o que vai resultar, aproximadamente, em igual peso nas análises estatísticas multivariadas.

## CONCLUSÕES

A interpretação preliminar dos resultados das análises das cerâmicas, mostra que há uma diferenciação na composição química elementar dos sítios, isto está indicando que a matéria prima que foi utilizada na produção dos artefatos cerâmicos, é diferente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] S. Pavia. The determination of brick provenance and technology using analytical techniques from the physical science. *Archaeometry*, 47:201-218,2006
- [2] C.S. Munita. Contribuição da análise por ativação com nêutrons a estudos arqueométricos: estudo de caso. *Canindé*, 6:159-181,2005
- [3]R. Hazenfratz, G. Mongeló, C.S Munita, E.G. Neves. Comparison of INAA Elemental composition data between Lago Grande and Osvaldo archeological sites in the central Amazon: a first perspective. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 291:43-48,2012

## APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNPq - CNEN