



RECONHECIMENTO DE PADRÃO DE CERÂMICA ARQUEOLÓGICAS DA AMAZÔNIA¹

Alfredo Gomes de Sousa² e Genilson Pereira Santana³

Submetido 02/05/2014 – Aceito 11/07/2014 – Publicado on-line 19/07/2014

Resumo

Na Amazônia existem vastas áreas afetadas pela ação do homem pré-histórico, destacando-se a Terra Preta de Índio ou Terra Preta Amazônica (TPA). Estes solos apresentam uma coloração escura, restos de materiais arqueológicos e elevadas concentrações de nutrientes, principalmente de fósforo. Normalmente, em TPA existem pequenos fragmentos de cerâmica e artefatos indígenas incorporados à matriz dos horizontes superficiais do solo. Neste trabalho fragmentos cerâmicos de sete sítios arqueológicos foram estudados com o objetivo de diferenciar os fragmentos arqueológicos. Os fragmentos coletados no horizonte superficial (0-20 cm) foram raspados mecanicamente com auxílio de uma pinça metálica segundo suas cores (clara, marrom e escura) e digeridos em mistura de HNO₃ e H₂O₂, na proporção 2:1. No extrato obtido foram determinadas concentrações de Na e K; P; Cr, Cu, Ni e Zn por fotometria de chama, ultravioleta-visível e espectrometria de absorção atômica, respectivamente. Os valores de concentração desses metais foram submetidos às análises estatísticas de cluster (HCA) e dos componentes principais (PCA), cujos resultados revelaram uma diferenciação quanto à cor e não pela região onde as amostras foram coletadas. Portanto, não existem evidências de que os povos indígenas ao confeccionar seus diversos artefatos cerâmicos utilizam matérias-primas de composições diferentes.

Palavras-Chave: metais, absorção atômica, HCA, PCA (melhor substituir as siglas).

Abstract

There are vast areas affected in the Amazon by the action of man pre-history, mainly the Black Earth, Black Earth Indian (TPA). These soils have a dark color, remains of archaeological materials and high nutrient concentrations, particularly phosphorus. Normally, small fragments and ceramic artifacts indigenous incorporated the matrix of surface soil horizons are found in TPA. Ceramic fragments from seven archaeological sites were studied in order to differentiate archaeological Amazon groups. Ceramic fragments were collected on the TPA horizon surface (0-20 cm). They were mechanically scraped with the help of a second metal tweezers their colors (clear, brown and black) and digested a mixture of HNO₃ and H₂O₂ proportion 2:1. The Na, K, P, Cr, Cu, Ni and Zn concentration present in extracts were determined by flame photometry, ultraviolet-visible (UV) and the flame atomic absorption spectroscopy (FAAS) respectively. The element concentration values were submitted to cluster statistical (HCA) and principal components (PCA) analyses which results showed a differentiation as the color and not the region where the samples were collected. Therefore, there is no evidence that the indigenous peoples to manufacture its various ceramic artifacts using raw materials of different compositions.

Key-words: metals, atomic absorption, HCA, PCA.

¹Trabalho de PIBIC desenvolvido no Departamento de Química da Universidade Federal do Amazonas do primeiro autor.

²Aluno de Mestrado de Química – área de concentração Química Analítica do Programa de Pós-graduação em Química

³Professor Associado do Departamento de Química da Universidade Federal do Amazonas, ICE, Av. Gal. Rodrigo Octávio, 3.000, Coroado II, Manaus, Amazonas e-mail: gsantana@ufam.edu.br



1. Introdução

Na Amazônia existem várias regiões onde o solo foi afetado consideravelmente pela ação do homem pré-histórico. Acredita-se que este solo seja remanescente da queima de diversos materiais, como resto de comida, matéria-prima de cerâmica etc., por antigos povos da Amazônia (DA COSTA et al., 2004). Tais solos são conhecidos como *Terra Preta Arqueológica* (TPA), *Terra Preta de Índio* ou *Terra Preta* (e.g. LIMA et al., 2002; DA COSTA et al., 2011; COSTA et al., KERN, 2013).

Geralmente, as TPA são encontradas nas margens dos rios da região da Amazônia Central. A sua presença não é só restrita a proximidades de rios, é também encontrada em Terra Firme. A maioria desses solos compreende uma área de um a seis hectares (SCHMIDT et al., 2014), cuja exploração agrícola foi intensa (BARLOW et al., 2012). O seu nome Terra Preta foi atribuído por causa de sua coloração escura. Em praticamente todos os locais onde é encontrada uma TPA são encontrados fragmentos arqueológicos de cerâmicas. Segundo Calandra e Salceda (2004) a data arqueológica desses fragmentos e da ordem de 300 a 1200 d.C.. Esse fenômeno é usado como argumento para usar a terminologia: *Terra Preta Arqueológica* (GERMAN, 2003).

Como resultado da atividade antrópica dos antigos povos amazônicos as TPA possuem alta quantidade de nutrientes, principalmente, fósforo e cálcio, é uma das atribuições principais da TPA. Mineralogicamente é comum encontrar nas áreas de TPA quartzo, argilominerais principalmente caulinita e alguns óxidos de ferro, como goethita (α -FeOOH), hematita (β -Fe₂O₃) e maghemita (γ -Fe₂O₃) (e.g. DA COSTA e KERN, 1999; LIMA et al., 2002; SERGIO et al. 2006; DA COSTA et al., 2011).

Por serem extremamente resistentes às condições do tempo e do ambiente circundante, as cerâmicas são artefatos arqueológicos de grande valor para obter informações sobre os antigos povos. Em sua produção são utilizadas argilas misturadas com temperos (ou antiplásticos). Os temperos são normalmente material orgânico, no caso da região Amazônica, foram cascas de árvores, areia, cacos cerâmicos triturados, conchas, cauixi (restos de esponjas de água doce), cariapé (cascas de árvores queimadas), entre outros (DA COSTA et al., 2004)(DA SILVA et al., 2012).

A informação arqueológica de um fragmento cerâmica arqueológico está circunscrita no formato, pinturas gravadas, motivos, composição química, etc. (FELIU et al., 2004). O último é considerado como elemento técnico que varia de acordo com a origem cultural e geográfica (DA COSTA e KERN, 1999).

A composição geoquímica das argilas, que são as principais matérias-primas no fabrico de cerâmicas, apresenta variações causadas por diferentes condições geológicas, processo de intemperismo, substituições isomórficas etc. A adição de temperos e antiplásticos também causam modificações na composição química além de diluir a concentração dos elemento-traço das cerâmicas (DA COSTA et al., 2004).

Neste contexto, os elementos-traço que refletem as características da composição química original das argilas podem fornecer informações valiosas sobre as cerâmicas arqueológicas. Vasos inteiros e/ou fragmentos cerâmicos encontrados podem ser classificados e catalogados em função da quantidade de elementos-traço (LATINI et al., 2001).

O processo de classificação geralmente é feito com as técnicas estatísticas exploratórias: Análise de agrupamento hierárquico (HCA) e dos componentes principais (PCA). A técnica de agrupamento hierárquico interliga as amostras por suas associações, produzindo um dendrograma onde as amostras semelhantes, segundo as variáveis escolhidas, são agrupadas entre si. A suposição básica de sua interpretação é quanto menor a distância entre os pontos, maior a semelhança entre as amostras. Os dendrogramas são especialmente úteis na visualização de semelhanças entre amostras ou objetos representados por pontos em espaço com dimensão maior do que três, onde a representação de gráficos convencionais não é possível. Além de reduzir a quantidade de variáveis, a análise de componentes principais é usada para julgar a importância das próprias variáveis originais escolhidas, ou seja, as variáveis originais com maior peso (*loadings*) na combinação linear dos primeiros componentes principais são as mais importantes do ponto de vista estatístico (SANTANA e BARRONCAS, 2007).

A contribuição deste trabalho é fornecer uma base analítica no estudo de classificação de fragmentos arqueológicos de alguns sítios da Amazônia Central. Para isso foram utilizadas as seguintes técnicas analíticas: espectrometria de

absorção atômica de chama, fotometria de chama e espectrofotometria de UV-visível, juntamente com um tratamento estatístico utilizando as sub-rotinas PCA e HCA.

3. Material e Método

3.1. Descrição das áreas estudadas

As amostras de fragmentos cerâmicos foram coletadas nas regiões de Iranduba (um sítio), Manaus (um sítio), Itacoatiara (dois sítios), Presidente Figueiredo (um sítio), Parintins (um sítio) e na região de Santarém (um sítio) totalizando 283 peças. Nos locais definidos para as amostragens foram feitas escavações de até 20 cm de profundidade, visando obter amostras de cerâmica nos horizontes superficiais das TPA.

3.2. Descrição das amostras

As peças coletadas apresentavam um estado de degradação acentuado, contudo sofreram uma pré-classificação em função de atributos como impressões em sua superfície, cor e forma das peças (Figura 1). Características inerentes ao processo de fabricação das tribos da Amazônia Central, por exemplo, as peças apresentaram motivos geométricos impressos na sua superfície ou um tratamento superficial que as mesmas tenham sofrido (exemplo: tingimento por corantes).

3.3. Separação das cerâmicas

Os fragmentos de cerâmica foram lavados com água corrente, secos à temperatura ambiente, e, posteriormente, separados conforme sua coloração. Como resultado foi formado 14 grupos e subgrupos, referentes a separação por cores (Tabela 1). Neste ponto, cada peça selecionada foi raspada com auxílio de uma pinça metálica. As massas obtidas foram guardadas em recipientes plásticos previamente limpos para posterior digestão ácida.

3.4. Digestão ácida

O material raspado foi pesado acuradamente 0,1000 g para cadinho de teflon, sendo adicionados 10,0 mL de HF concentrado. O cadinho foi aquecido a temperatura de 150 °C em bloco digestor por duas horas, o processo foi repetido mais três vezes. Após completa evaporação do ácido, foram adicionados 10 mL de HNO₃ concentrado e 5 mL de H₂O₂ para ser aquecido novamente, dessa vez por duas horas. A

solução obtida foi filtrada, sendo o filtrado recolhido em balão volumétrico de 50 mL e o volume completado com água desmineralizada.

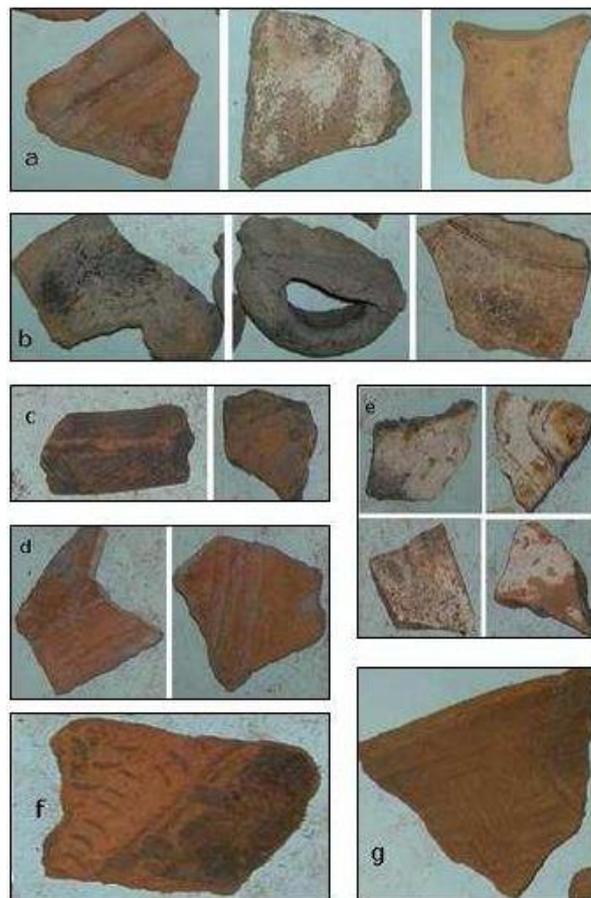


Figura 1 – Tipos de peças cerâmicas usada neste trabalho.

Nas amostras digeridas foram determinadas as concentrações de Cu, Cr, Ni e Zn por espectroscopia de absorção atômica de chama ar/acetileno (espectrômetro AAS 300 GBC); Na e K por fotometria de chama (fotômetro Pergassus); e P por espectrofotometria UV-Vis (espectrômetro Shimadzu).

Todas as medidas de concentração foram realizadas pelo método direto utilizando padrão de acordo com o elemento e em triplicata.

4. Resultados e Discussões

A Tabela 1 mostra as concentrações dos elementos analisados. Nota-se que Na, K e P possuem os maiores valores de concentração. Como é descrito na literatura K e P servem de argumentação e sustentação da afirmativa de que as TPA foram formadas a partir de atividades

antrópicas dos povos antigos da Amazônia
(COSTA et al. 2013).

Tabela 1. Resultados das concentrações dos elementos analisados segundo os locais de coleta

Sitio de coleta	Codificação	Cu	Cr	Ni	Zn	Na	K	P
		mg kg ⁻¹						
Parintins	PA1	0,52	2,24	3,46	0,90	40,80	93,00	18,44
	PA2	0,98	2,12	0,39	0,73	64,80	96,33	20,98
	PA3	0,94	1,69	0,23	0,76	91,47	86,33	5,37
	PA4	1,30	1,77	1,11	0,90	56,80	93,00	10,39
	PA5	0,94	1,76	0,70	1,07	54,13	81,33	19,56
Presidente Figueiredo	PF1	0,78	2,54	2,26	0,63	94,13	96,33	10,83
	PF2	0,13	2,21	1,79	0,64	88,80	93,00	5,37
	PF3	0,59	1,77	3,58	0,30	83,47	94,67	6,91
Iranduba	IR1	0,61	1,63	3,07	0,22	68,51	21,00	0,72
	IR2	0,26	2,14	1,53	1,17	94,13	89,67	5,49
	IR3	0,16	2,27	1,89	0,26	86,13	81,33	7,97
Santarém	SA1	0,63	1,74	2,33	0,82	88,80	93,00	12,27
	SA2	0,65	2,02	2,67	0,69	86,13	93,00	8,76
Manaus	AN1	0,80	2,47	2,82	0,74	86,13	61,33	7,79
	AN2	0,77	2,30	2,54	0,57	86,13	36,33	10,39
	AN3	0,12	2,27	2,02	0,65	83,47	61,33	6,67
	NC1	0,69	1,93	0,98	0,82	88,80	91,33	5,17
Costa da Conceição (Itacoatiara)	CO1	0,66	1,79	2,47	0,80	27,47	78,00	7,02
	CO2	0,63	1,91	1,44	1,02	24,80	94,67	5,52
Águas de Lindoia (Itacoatiara)	L11	0,35	2,73	3,26	0,05	61,33	20,56	1,76
	L12	0,13	2,03	3,51	0,03	78,09	18,35	1,99
	L13	0,32	1,69	2,86	0,39	75,69	17,24	1,42
	L14	0,10	1,90	3,74	0,65	78,09	17,24	0,74
	L15	0,65	2,06	3,49	0,92	91,47	51,33	18,88
	L21	0,16	2,60	2,77	0,34	42,19	24,76	1,86
	L22	0,48	2,51	2,98	0,69	51,76	42,00	1,45
	L23	0,13	1,94	2,23	0,51	87,66	24,54	1,52
	L31	0,67	2,17	1,12	0,66	83,47	83,00	11,80
	L32	0,39	2,15	2,86	0,68	91,47	96,33	6,82
	L33	0,75	2,19	2,54	0,60	80,80	94,67	10,30
	L41	0,77	2,29	2,26	0,94	80,80	88,00	7,29
	L42	0,61	2,44	2,60	0,94	86,13	91,33	6,55
	L43	0,49	2,24	2,67	0,67	83,47	88,00	5,31
	L44	0,48	2,57	2,39	0,59	83,47	86,33	7,88
	L51	0,04	1,36	1,78	0,50	82,87	26,30	1,66
	L52	0,07	2,39	3,14	0,33	85,26	27,19	3,16
L61	0,68	2,36	1,21	0,49	91,47	94,67	5,76	
L71	0,77	2,12	1,35	1,06	78,13	88,00	8,23	

Em termos de distribuição a Figura 2 mostra que os valores de concentração dos elementos químicos seguem a distribuição normal. As caixas de *boxplot* são caracterizadas por serem assimétricas e apenas o Na apresentou *outliers*. De fato, podemos afirmar que o processo de fabricação de cerâmicas dos povos antigos da Amazônia era basicamente o mesmo, i.e., a matéria prima utilizada era a mesma. Dessa forma, podemos afirmar que os detalhes trabalhados encontrados em algumas cerâmicas se devem mais à cultura dos povos antigos que o seu avanço tecnológico.

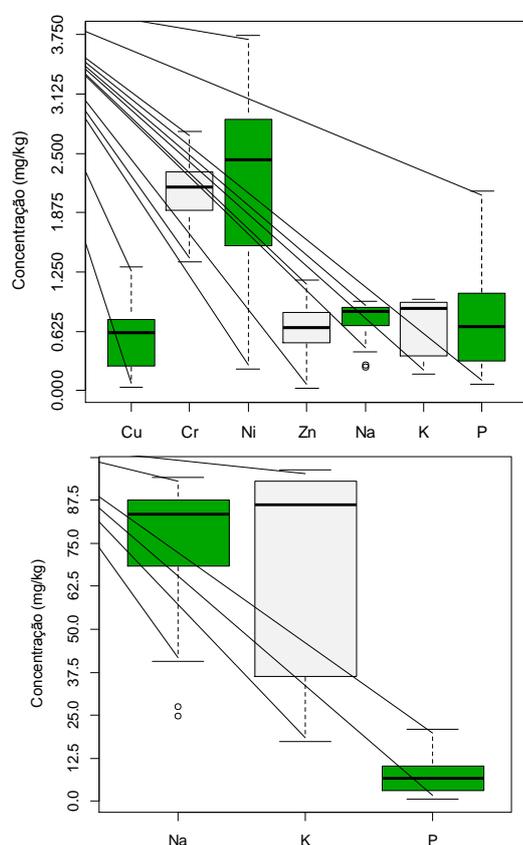


Figura 2 – *Boxplot* dos elementos químicos analisados.

Análises exploratórias das análises químicas

A análise exploratória por PCA conforme pode ser verificada na Tabela 2 foi reduzida para 73,8% dos dados. Essa afirmação é baseada no fato de que o PCA consiste essencialmente em reescrever as coordenadas das amostras em outro sistema de eixo mais conveniente para a análise dos dados. Em outras palavras, as n -variáveis originais gera, através de suas combinações lineares, n -componentes principais (PCs); a

principal característica, além da ortogonalidade, é que são obtidas em ordem decrescente de máxima variância; ou seja, a componente principal 1 (PC1) detém mais informações que componente principal 2 (PC2), que por sua vez tem mais informação estatística que a componente principal 3 (PC3) e assim por diante. Normalmente, valores de autovalores > 1 são considerados de interesse para a interpretação dos dados estatísticos (SANTANA e BARRONCAS, 2007). Como a interpretação dos dados foi praticamente a mesma neste trabalho optou-se por usar apenas duas componentes principais: PC1 e PC2.

Tabela 2 – Autovalor e variâncias obtidas no processo de redução das dimensões dos dados de análises químicas nas cerâmicas arqueológicas

Comp.	Autovalor	s ² (%)	s ² acumulada (%)
1	3,005	42,9	42,9
2	1,123	16,0	58,9
3	1,034	14,8	73,8
4	0,6224	8,9	82,6
5	0,5286	7,6	90,2
6	0,3629	5,2	95,4
7	0,3238	4,6	100,0

s² = Variância

A contribuição de cada variável é apresentada na Tabela 3. Vale ressaltar de que dentre as variáveis analisadas para a primeira componente PC1 o Cu, Ni, Zn, K e P contribuíram com maior peso de tal forma que 42,9% dos dados possam ser interpretados. No caso da segunda componente PC2 o Na e Cr contribuem com 16,0%

Tabela 3 – Contribuição de cada variável para as componentes principais PC

Elemento	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Cu	21.5	0.29	1.77	3.44	30.0
Cr	0.78	58.2	20.0	15.3	0.91
Ni	15.4	2.57	13.3	40.0	10.3
Zn	20.8	0.20	0.14	0.76	55.4
Na	0.22	28.5	59.0	7.71	0.01
K	22.4	7.6	0.45	1.68	2.43
P	18.9	2.6	5.28	31.03	0.90

A matriz de correlação de Pearson é caracterizada por ter somente correlações fortes ($r \geq 0,5$) positivas (Tabela 4). Essas correlações ocorrem principalmente para P, Cu, Zn e K. Interessante afirmar que essas correlações fortes

ocorrem com dois elementos abundantes nas TPA que são P e K. A importância dessas variáveis fica mais evidente no gráfico mostrado na Figura 3. Percebe-se claramente que P, Cu, Zn e K contribuem significativamente e podem ser consideradas como as variáveis principais no estudo de cerâmicas arqueológicas encontradas nos sítios estudados.

Tabela 4 – Matriz de correlação de Pearson

	Cr	Cu	K	Na	Ni	P	Zn
Cr	1.00						
Cu	-0.11	1.00					
K	0.05	0.55	1.00				
Na	0.06	-0.14	0.08	1.00			
Ni	0.23	-0.45	-0.49	-0.03	1.00		
P	0.01	0.58	0.55	-0.07	-0.29	1.00	
Zn	-0.13	0.50	0.59	-0.10	-0.44	0.50	1.00

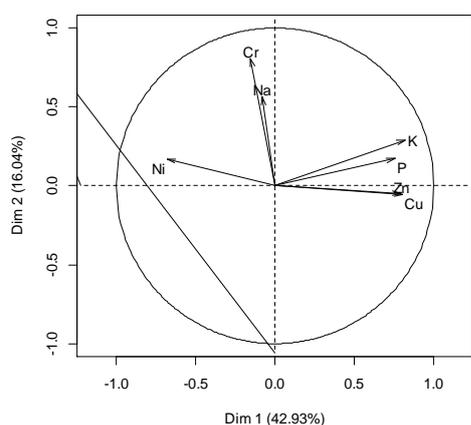


Figura 3 – Relações entre as concentrações dos elementos analisados.

No processo das variáveis foi possível reduzir em três grupos segundo suas similaridades. A Figura 4 mostra o *Pc-loading* e o dendrograma; ambos mostram a mesma formação de grupos. O grupo da cor preta é formado por cerâmicas coletadas nos sítios de Iranduba, Manaus e Águas de Lindoia (Itacoatiara). No grupo correspondente ao quadrado vermelho é chamada a atenção por ser formado somente por cerâmicas coletadas em Parintins e Costa da Conceição. Finalmente, no grupo formado pelo quadrado verde tem-se um conjunto formado por cerâmicas coletadas em Água de Lindoia, Santarém, Manaus, Iranduba e Presidente Figueiredo. Consta-se que o primeiro grupo e o último praticamente são formados por elementos semelhantes.

Os resultados obtidos neste trabalho complementam aqueles obtidos por Nunes et al.

(2009) cujos resultados mostraram que as cerâmicas encontradas nos sítios Paredão, Manacapuru e Guarita eram similares. Poucas diferenças entre cerâmicas arqueológicas da região Amazônica também foi reportada por Latini et al. (2001), que sugeriram que fossem feitos ajustes na metodologia de classificação para explicar a reclassificação de alguns fragmentos cerâmicos em função da composição química.

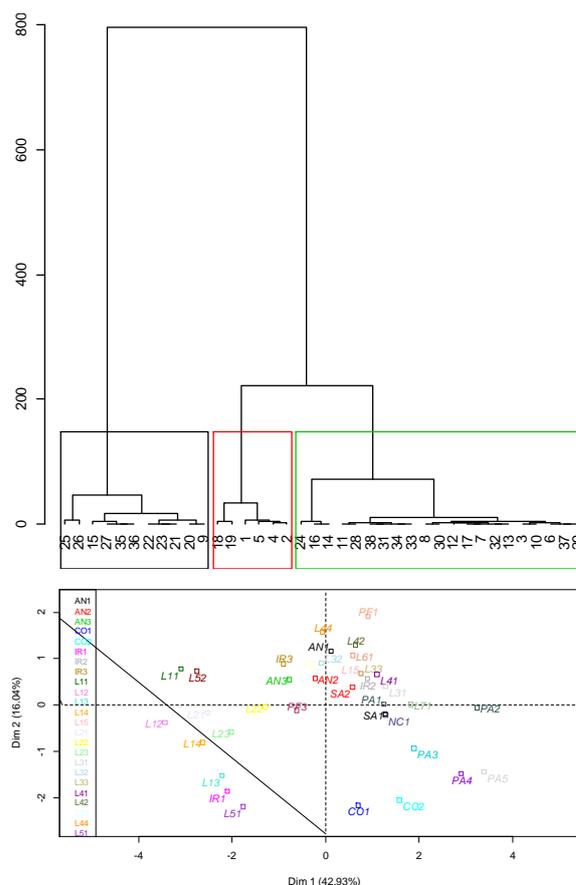


Figura 4 - Dendrograma e *Pc-loading* relativo às concentrações dos elementos analisados.

As similaridades encontradas nos fragmentos cerâmicos estudados reforçam mais uma vez a suposição de que a evolução que ocorreu nos povos antigos da Amazônia foi cultural. Essa afirmação encontra sustentação na obra fundamental de Donald Lathrap sobre a história cultural Amazônica. Ele estabeleceu a hipótese de que as cerâmicas arqueológicas fazem parte da chamada "tradição policroma da Amazônia" e que seriam correlacionadas às populações falantes de línguas do tronco Tupi, com as línguas da família Tupi-Guarani (LATHRAP, 1970). Na literatura, há um consenso quanto a origem das línguas proto-Tupi no sul



da Amazônia, provavelmente na área situada entre o alto rio Tapajós e alto rio Madeira e que as línguas da família Tupi-Guarani aparentemente se expandiram rapidamente a partir de um centro localizado ao sul da Amazônia (HECKENBERGER et al., 1998).

5. Conclusões

Os resultados mostram que as cerâmicas arqueológicas dos sítios estudados possuem poucas diferenças em termos dos elementos químicos estudados. Neste contexto os resultados encontrados ampliam o conhecimento e reforçam a teoria de que a comunidade indígena que viveu na região Amazônica era grande e interagiam entre si. Além disso, a alta similaridade química encontrada sugere que a evolução de cerâmica simples para policromáticas ocorreu mais por uma evolução cultural do que de mudanças tecnológicas.

Divulgação

Este artigo científico é inédito. Os autores e revisores não relatam qualquer conflito de interesse durante a sua avaliação. Logo, a revista *Scientia Amazonia* detém os direitos autorais, tem a aprovação e a permissão dos autores para divulgação, desta nota, por meio eletrônico.

Referências

BARLOW, J. et al. How pristine are tropical forests? An ecological perspective on the pre-Columbian human footprint in Amazonia and implications for contemporary conservation. **Biological Conservation**, v. 151, n. 1, p. 45–49, jul. 2012.

CALANDRA, H. A.; SALCEDA, S. A. Amazonia boliviana: arqueología de los Llanos de Mojos. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 2, p. 155–163, 2004.

COSTA, J. A.; LIMA DA COSTA, M.; KERN, D. C. Analysis of the spatial distribution of geochemical signatures for the identification of prehistoric settlement patterns in ADE and TMA sites in the lower Amazon Basin. **Journal of Archaeological Science**, v. 40, n. 6, p. 2771–2782, jun. 2013.

DA COSTA, M. L. et al. The ceramic artifacts in archaeological black earth (terra preta) from lower Amazon region, Brazil: Mineralogy. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 2, p. 165–178, 2004.

DA COSTA, M. L. et al. Mineralogia e química de fragmentos cerâmicos arqueológicos em sítio com

Terra Preta da Amazônia colombiana. **Geociências**, v. 64, n. 1, p. 17–23, 2011.

DA COSTA, M. L.; KERN, D. C. Geochemical signatures of tropical soils with archaeological black earth in the Amazon, Brazil. **Journal of Geochemical Exploration**, v. 66, p. 369–385, 1999.

DA SILVA, A. K. et al. Mineralogia e geoquímica de perfis de solo com Terra Preta Arqueológica de Bom Jesus do Tocantins, sudeste da Amazônia. **Acta Amazonica**, v. 42, n. 4, p. 477–490, 2012.

FELIU, M. J.; EDREIRA, M. C.; MARTÍN, J. Application of physical–chemical analytical techniques in the study of ancient ceramics. **Analytica Chimica Acta**, v. 502, n. 2, p. 241–250, jan. 2004.

GERMAN, L. A. Historical contingencies in the coevolution of environment and livelihood: contributions to the debate on Amazonian Black Earth. **Geoderma**, v. 111, p. 307–331, 2003.

HECKENBERGER, M. J.; NEVES, E. G.; PETERSEN, J. B. De onde surgem os modelos? As origens e expansões Tupi na Amazônia Central. **Revista de Antropologia**, v. 41, n. 1, p. 69–96, 1998.

LATHRAP, D. W. **The Upper Amazon**. London: Thames & Hudson, 1970. p. 256

LATINI, R. M. et al. Classificação de cerâmicas arqueológicas da bacia Amazônica. **Química Nova**, v. 24, n. 6, p. 724–729, 2001.

LIMA, H. N. et al. Pedogenesis and pre-Colombian land use of “Terra Preta Anthrosols” (“Indian black earth”) of Western Amazonia. **Geoderma**, v. 110, n. 1-2, p. 1–17, nov. 2002.

NUNES, K. P. et al. **DETERMINATION OF THE RAW MATERIAL SOURCE USED IN THE PRODUCTION OF CERAMICS OF THE HATAHARA ARCHAEOLOGICAL SITE, AM**. International Nuclear Atlantic Conference - INAC. **Anais...2009**

SANTANA, G. P.; BARRONCAS, P. S. R. Estudo de metais pesados (Co, Cu, Fe, Cr, Ni, Mn, Pb e Zn) na Bacia do Tarumã-Açu Manaus – (AM). **Acta Amazonica**, v. 37, n. 1, p. 111–118, 2007.

SCHMIDT, M. J. et al. Dark earths and the human built landscape in Amazonia: a widespread pattern of anthrosol formation. **Journal of Archaeological Science**, v. 42, p. 152–165, fev. 2014.

SERGIO, C. S. et al. Identification and characterization of maghemite in ceramic artifacts



and archeological black earth of Amazon region.

Soil Science, v. 171, n. 1, p. 59–65, 2006.