

Etnoarqueologia Cerâmica e Arqueometria: Radiografia de Raios X na análise de objetos cerâmicos dos Asurini do Xingu

Silvia Cunha Lima* e Fabíola Andréa Silva**

Palavras-chave:
Radiografia de Raios X
Cerâmica
Asurini do Xingu

Resumo: Entender as tecnologias cerâmicas das populações, no passado, é um dos objetivos da pesquisa arqueológica. Trata-se de tentar reconstituir o ciclo de vida desses objetos desde a seleção e preparo da matéria-prima, passando pelo processo de manufatura, a elaboração dos acabamentos de superfície e as técnicas de queima. Além disso, compreender os usos, reusos, armazenagem e distribuição dos mesmos e, finalmente, o seu descarte. Nesta empreitada arqueológica têm sido empregadas diferentes abordagens teórico-metodológicas e perspectivas de análise, dentre as quais se encontram a etnoarqueologia e a arqueometria. Neste trabalho, através de um estudo de caso, utilizando a técnica de Radiografia de Raios X pretendemos evidenciar a contribuição de ambas para os estudos arqueológicos dos materiais cerâmicos.

Keywords:
X-ray radiography
Ceramic
Asurini do Xingu

Abstract: Understanding the ceramics technologies of the populations in the past is one of the archaeological research's goals. It is to try reconstruct the life cycle of these objects (selection and preparation of raw materials, manufacturing process, surface finishes, burning techniques, uses, reuses, storage and distribution, and discard). In these archeological research have been employed different theoretical and methodological approaches and analytical perspectives, among which the ethnoarcheology and archaeometry. In this paper through a case study using the X-ray radiography technique we intend to show the contribution of both of them to the archaeological studies of ceramic materials.

Recebido em 30 de março de 2015. Aprovado em 1º de abril de 2015.

Um dos objetivos da pesquisa etnoarqueológica é a elaboração de modelos interpretativos da relação do homem com o mundo material, buscando “abrir uma janela” que permita a projeção do olhar etnográfico para o passado arqueológico. A incorporação dos dados etnográficos para interpretar o registro arqueológico é uma prática corrente na arqueologia e a maneira como os arqueólogos usam esses dados é diversa, mudando com as transformações teóricas da disciplina. No caso da cerâmica, os estudos etnoarqueológicos têm procurado observar e descrever os processos de produção, uso, armazenagem, distribuição e descarte dos conjuntos artefatuais cerâmicos e, ao mesmo tempo, como estes objetos atuam nos processos de construção de identidades e alteridades. Dentre outros aspectos, tais investigações demonstram que a variabilidade formal dos objetos cerâmicos é resultante das escolhas técnicas levadas a cabo pelos artesãos durante o processo produtivo. Essas escolhas são motivadas pela performance do objeto, pelo conhecimento e experiência do artesão, bem

como por diferentes fatores situacionais e contextuais. Assim, aspectos como as características físico-químicas das fontes de argila e a sua facilidade ou dificuldade de exploração, os procedimentos de manufatura, os mecanismos de transporte e distribuição dos artefatos, sua utilização, reuso, padrões de armazenagem e descarte, bem como as diferenças individuais de conhecimento tecnológico e as estruturas de ensino-aprendizagem são elementos que precisam ser considerados nas análises sobre a variabilidade cerâmica. Esses estudos também demonstram que as escolhas técnicas estão entrelaçadas com aspectos de ordem social e simbólica, salientando a importância de se considerar a organização social da produção e as representações sociais como elementos fundamentais nas análises sobre as tecnologias cerâmicas (SCHIFFER; SKIBO, 1997; HEGMON, 2000; STARK, 2008).

As ciências físicas são parte fundamental dos estudos arqueológicos sobre objetos cerâmicos, tanto no que se refere à cadeia operatória de produção e seu

* Conservadora e arqueóloga. Pós-Doutoranda no MAE/USP (bolsista FAPESP) e pesquisadora no Laboratório de Estudos Interdisciplinares sobre Tecnologia e Território (LINTT/MAE/USP).

** Docente e pesquisadora do Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo na área de arqueologia.

uso, como em relação à sua distribuição. Elas empregam técnicas arqueométricas como um meio privilegiado de acesso a um conjunto de dados essenciais para compreender os processos e escolhas tecnológicas das populações, no passado. A Radiografia de raio X é uma técnica empregada no estudo de objetos cerâmicos para entender como eles eram elaborados, permitindo identificar: 1) técnicas de manufatura (p.ex. roletado, modelado, torneado); 2) cicatrizes de quebra no corpo; 3) fissuras nas junções de roletes e/ou apliques no corpo; 4) densidade e porosidade da pasta cerâmica; 5) presença, distribuição e orientação de inclusões na pasta cerâmica. É uma técnica não destrutiva, portanto muito adequada ao estudo de coleções arqueológicas/etnográficas constituídas de peças inteiras, suplantando as limitações de outras técnicas de imagem no campo visível (VELDE; DRUC, 1999; BARCLAY, 2001).

Como se pode perceber tanto a etnoarqueologia, quanto a arqueometria trazem subsídios importantes à análise da cerâmica arqueológica. Portanto, nosso objetivo a seguir é demonstrar que ao associarmos as duas perspectivas de análise se pode ampliar o potencial analítico de ambas e, conseqüentemente, a sua contribuição para os estudos sobre cerâmica arqueológica.

Etnoarqueologia da cerâmica dos Asurini do Xingu

Os Asurini do Xingu são uma população indígena amazônica que vive às margens do rio Xingu, na T.I. Koatinemo, Estado do Pará. Eles são reconhecidos por terem uma cultura material muito diversificada e esteticamente muito elaborada. Dentre os diversos objetos produzidos pelos Asurini, as vasilhas cerâmicas se destacam tanto pela sua beleza como pelo seu apuro técnico. Vários estudos já foram realizados a respeito deste conjunto artefactual e neles ficou demonstrado que as vasilhas cerâmicas são fundamentais na preparação dos alimentos no cotidiano, bem como são imprescindíveis na realização dos rituais e se constituem nos principais suportes da arte gráfica deste povo, expressando princípios fundamentais da sua visão de mundo (MÜLLER, 1990; SILVA, 2000).

O conjunto de vasilhas cerâmicas dos Asurini pode ser dividido em quatro categorias gerais utilizadas no processamento, consumo, transporte e armazenagem de alimentos e líquidos:

- 1) panelas de cozinhar (*japepa'i*, *japepa'i/jaèniwa*, *japeè* e *japeèi*)
- 2) panelas para servir (*jaè*, *jaèkuia*, *piriapara* e *ywua*)
- 3) pratos para consumir (*kume*, *uira*, *jarati*, *pekia* e *uã*)
- 4) potes para transportar e armazenar líquidos (*japu*, *yawa*, *yawi*, *kavioi*, *jukupyapyra* e *pupijaneakanawa*).

A produção de vasilhas cerâmicas é uma atividade constante no cotidiano feminino, mas desde a década de 1990 o seu uso tradicional tem sido paulatinamente reduzido e abandonado. As vasilhas utilizadas para servir alimentos e armazenar e transportar líquidos, por exemplo, têm sido substituídas por panelas de alumínio e artefatos de plástico (jarras, pratos, copos, bacias) e garrafas térmicas. Assim, a produção das vasilhas de servir, armazenar e transportar vem sendo restringida, principalmente, para a venda.

As vasilhas que ainda conservam o uso tradicional são as do tipo *japepa'i*, *japepa'i/jaèniwa*, *jaè*, *japeè* e *japeèi* que são usadas, no cotidiano ou nos rituais, para cozinhar e servir os mingaus, torrar a farinha e fazer beijus. Contudo, mesmo estas vasilhas estão sendo menos utilizadas, pois também vêm sendo substituídas por vasilhas industrializadas. Apesar dessa substituição, a produção de cerâmica ainda é uma atividade muito importante. A perícia na arte da olaria proporciona à mulher Asurini um grande reconhecimento social, sendo que as vasilhas representam seu patrimônio pessoal.

Normalmente, as ceramistas Asurini dividem as vasilhas em cinco partes: *eme* – lábio, borda; *juru* – boca; *ekara* – bunda (base); *aua* – fundo; *ga'a* – o que segura, corpo. Estas partes são destacadas não apenas do ponto de vista conceitual, mas também, durante o processo de produção e de acabamento de superfície. No processo de elaboração das vasilhas as Asurini destacam seis operações básicas: 1) seleção e obtenção de matéria-

prima; 2) preparação de matéria-prima; 3) construção da vasilha; 4) secagem; 5) queima; 6) acabamento de superfície.

Seleção e obtenção da matéria-prima:

As Asurini escolhem um depósito argiloso considerando as condições de plasticidade da argila e o seu desempenho durante a queima. Elas costumam atestar a boa qualidade de uma argila *in situ*, no momento da coleta (esfregando a argila entre os dedos e/ou mastigando a argila) ou, na aldeia, (produzindo potes para conferir a *performance* da argila na queima). Normalmente, elas escolhem argilas que tenham intrusões de areia e grãos de quartzo que acabam atuando como um antiplástico natural.

Preparação da matéria-prima:

Com a argila um pouco molhada, elas vão amassando-a com o auxílio de um pedaço de pau. Esta operação chama-se *aajuka*, que elas traduzem como “amassar, matar o barro”. Na medida em que a argila é amassada, vão retirando as pedras e amontoando uma quantidade de matéria-prima suficiente para fazer a vasilha que desejam sem adicionar tempero. Depois de amassada e pronta para trabalhar a argila é colocada sobre uma espata de babaçu (*pame*) ou sobre um suporte de madeira (*ipe*).

Manufatura da vasilha:

A técnica para produzir as vasilhas é o roletado, sendo que a primeira etapa da manufatura é a produção dos roletes. A argila é apoiada sobre uma base de madeira e com as mãos o rolete é elaborado. Em seguida, ele é enrolado para formar a base da vasilha que adquire uma forma cônica (eventualmente a base pode ser moldada). As ceramistas produzem vários roletes que são sucessivamente sobrepostos a esta base formando o corpo da vasilha. Paralelamente, elas vão passando os dedos para uni-los definitivamente e dar o alisamento inicial. Depois, elas se utilizam de um instrumento feito de cabaça para fazer um alisamento mais apurado e dar a forma definitiva à vasilha. Esta operação implica em expandir o rolete e, ao mesmo tempo, ir modelando o corpo da vasilha. O alisamento e a definição do contorno formal da vasilha são processos demorados e realizados

com muito esmero pois, segundo as ceramistas, a vasilha deve ficar lisa “como a pele da gente” e a morfologia bem *akatuaka* (ajeitada e bonita). Depois de definir a morfologia da vasilha as ceramistas ajeitam e alisam a borda da mesma. Elas retiram pequenas porções de argila com as pontas dos dedos e, paralelamente, alisam a borda com os dedos molhados na saliva. Elas utilizam a saliva em todo o processo de alisamento com os dedos ou o instrumento feito de cabaça.

Secagem:

O tempo de secagem é proporcional ao tamanho da vasilha e às condições climáticas. Normalmente, na estação chuvosa, uma vasilha pode levar de três a cinco dias para secar. Na estação seca, demora uma média de dois a três dias. Uma questão importante relativa à secagem é que a maneira como a vasilha é colocada para secar depende do seu contorno formal. Durante esta etapa as ceramistas aperfeiçoam o alisamento das faces externa e interna, usando um coquinho de inajá (*inataia'pina*) ou uma pedra lisa (*itakuy*).

Secagem final:

Nesta etapa a vasilha é colocada na proximidade do fogo para finalizar o processo de secagem e deixá-la pronta para a queima. Normalmente, são aproveitados os fogos da área de cozinha. As vasilhas ficam junto ao fogo até estarem totalmente escurecidas.

Queima final:

Depois de algumas horas quando a vasilha está totalmente escurecida, as ceramistas realizam a queima. O processo de queima é relativamente simples: elas arrumam uma base circular com tijolos ou vasilhas quebradas com brasas no centro. Colocam a vasilha sobre esta base e a cobrem com espatas de babaçu ou cascas de árvores. A queima varia em média de 30 a 50 minutos desde a cobertura das vasilhas até o final das chamas. Uma queima bem feita pressupõe que a vasilha não deva apresentar nenhuma rachadura e a sua superfície deve ficar totalmente clara. Isso é tão importante que algumas mulheres chegam a queimar novamente as suas vasilhas, porque estas apresentavam manchas escuras na superfície e, segundo elas, não “queimaram bonito”.

Acabamento de superfície:

Depois de resfriada a vasilha é iniciada a pintura da superfície externa, uma base amarela decorada com linhas pretas e vermelhas para evidenciar as diferentes partes das vasilhas através da combinação de diferentes desenhos geométricos. A pintura das vasilhas implica em muita perícia e se constitui em uma das etapas onde a criatividade da ceramista é mais destacada. Com um chumaço de algodão (*amyniju*) passam o pigmento amarelo chamado de *itaua* (óxido de ferro), constituindo o fundo. Sobre esta camada pintam motivos com pigmento vermelho (óxido de ferro), denominado *itapirygi*, e pigmento preto, chamado de *itauaudi* (manganês). Para aplicá-los, usam três tipos de pincel: pena de mutum (*muturuaja*) para os traços finos, raque de babaçu ou inajá (*pina'wype*) e o talo de uma leguminosa (*jupuywa*) para os traços grossos. As rochas são reduzidas à pó e misturadas com água sobre um suporte rochoso chamado *itauamugyawa*. Depois que as vasilhas são pintadas as ceramistas passam a resina de jatobá (*jutaika*) na superfície externa das mesmas. Quanto mais fina a camada de resina melhor será o acabamento, fator que depende da perícia da oleira. Depois que esta etapa está concluída, elas passam a *titiva* (*Inga sp*), para impermeabilizar a face interna da vasilha para o uso. Nas vasilhas sem pintura a *titiva* é aplicada em ambas superfícies.

A aplicação da Radiografia de Raios X na análise da cerâmica Asurini do Xingu

É uma técnica que permite o estudo da estrutura interna dos objetos, através de uma imagem que corresponde à atenuação que o feixe de raios X sofre ao ser irradiado através de um determinado material. O grau de atenuação ou a qualidade da imagem depende da composição, densidade, espessura e da energia do raio X. O raio X é uma forma de radiação eletromagnética e as suas características de intensidade da energia ou poder de penetração, de acordo com o comprimento de onda, podem ser controladas pela variação da tensão (Kv). A corrente (mA) controla a intensidade da radiação, ou seja, a variação da corrente interfere na produção de elétrons. Assim, ao aumentarmos a corrente, mais

elétrons são produzidos, os quais produzem mais raio X, porém a energia desse raio X não é alterada, mantendo o mesmo comprimento de onda. A imagem radiográfica é o produto da intensidade e corrente do raio X por um tempo determinado. Materiais de alta densidade e número atômico irão absorver fortemente o raio X, provocando grande atenuação, enquanto materiais de baixa densidade absorvem menos. A relação da composição com a espessura do material, também irá influenciar na imagem (CUNHA LIMA, 2010; LANG; MIDDLETON, 2005).

A radiografia de objetos cerâmicos geralmente exhibe um contraste limitado, pois tanto a argila como as inclusões (antiplásticos) são tipicamente materiais silícios que absorvem raio X, mais ou menos, na mesma intensidade. A caracterização das inclusões pode ser obtida com melhor resolução e identificação através de estudo petrográfico de lâminas delgadas, mas usando a radiografia podemos “fotografar” os antiplásticos, obtendo informação sobre sua dimensão, formato, frequência e distribuição. Apesar das limitações, a radiografia oferece algumas vantagens: 1) como técnica não-destrutiva, permite o estudo de peças inteiras, sem necessitar o preparo de amostras; 2) a observação é realizada sobre um volume maior do material e potencialmente é mais representativa; 3) é capaz de responder muitas perguntas sobre manufatura e estado de conservação, algumas vezes provendo informações que não podem ser obtidas por nenhuma outra técnica; 4) se não houver variação muito grande na espessura de conjuntos de fragmentos, estes podem ser radiografados ao mesmo tempo; 5) é uma técnica rápida e econômica (LANG; MIDDLETON, 2005; BRAUN, 1982).

A radiografia de raio X de 6 vasilhas cerâmicas dos Asurini do Xingu foi realizada com o apoio do Núcleo de Apoio à Pesquisa Física Aplicada ao Estudo do Patrimônio Artístico e Histórico (NAP-FAEPAH) e do Laboratório de Dosimetria do Departamento de Física Nuclear da Universidade de São Paulo (Figura 1). O sistema utilizado consiste de um tubo de raios X Philips MG 450 com intervalo de tensão (variável) de 20 a 420 kV e corrente (variável) de 0 a 15 mA. O sistema de raio X também possui acoplado um sistema de processamento de imagens de alta qualidade.

A imagem de radiografia do objeto analisado é detectada por um detector apropriado, geralmente películas fotográficas próprias para radiologia ou filmes de “*image plate*”. O detector de “*image plate*” é um tipo de detector bidimensional que possui fósforo que é foto estimulável pela passagem da radiação. A imagem formada do objeto irradiado é captada em um scanner especial que converte a imagem em sinal digital que é transferido ao computador de tal forma a obter a imagem digitalizada. Atualmente, os sistemas de imagem de radiografia digitalizada (CR) são compostos por cassetes com “*image plate*” internos e dispositivos eletromecânicos que fazem a leitura desta radiografia e também fazem o processo de extração, reconstrução e exibição da imagem através de softwares adequados. A estrutura geral de leitura do digitalizador do sistema CR da Agfa®.

Figura 1: Radiografia de Raios X/ IF/USP



A definição da condição (Kv, mA e segundos) das radiografias baseou-se na experiência adquirida em estudos anteriores de materiais cerâmicos, que demonstraram que para obter um melhor contraste entre a argila e as várias inclusões é apropriado o uso de feixes de baixa energia, que tem maior penetração. Como a avaliação da espessura e da densidade de peças inteiras é subjetiva e pode variar optamos por realizar duas imagens com dois níveis diferentes de energia para cada peça (50 e 70Kv; exceção vasilhas A.4 e A.5 mais espessas, para as quais o nível de energia utilizado foi 70 e 90Kv), mantendo a mesma corrente (3 mA) e tempo de exposição (15 segundos).

Para este trabalho realizamos a irradiação das peças em um único posicionamento a fim de podermos avaliar a qualidade das informações obtidas em apenas uma única imagem, com baixo custo e rápido tempo de execução, realizamos um total de 15 radiografias em duas horas de trabalho (Figura 2). Selecionamos apenas três peças para irradiação em um segundo posicionamento a fim de podermos observar a base da vasilha.

A interpretação das imagens radiográficas foi realizada com base na descrição etnoarqueológica do processo de manufatura das vasilhas, para compreender as informações que podem ser obtidas através desta técnica e visualizar o efeito do processo de elaboração das vasilhas na estrutura interna das mesmas.

Figura 2: Posicionamento das vasilhas



Seleção e preparação da matéria-prima:

As vasilhas apresentam dois tipos de inclusão na pasta que variam em dimensão, quantidade, densidade e proporção entre eles: 1) grão de dimensão pequena, regular e arredondado, maior densidade; 2) grão de dimensão média, variação em sua dimensão, angular e ligeiramente menor densidade (Figuras 3 e 4). Ambos aparecem sempre dispersos regularmente no corpo da vasilha, mas a quantidade e proporção entre os tipos variam e, em algumas vasilhas, constatamos a predominância de um dos tipos de inclusão. Este resultado confirma o dado etnoarqueológico de que as ceramistas escolhem argilas com saturação de areia e presença de grãos de quartzo e,

ao mesmo tempo, sugere a utilização de diferentes fontes de argila com estas características.

Figura 3: yava (A.5) predomínio de grãos médios



Manufatura da vasilha:

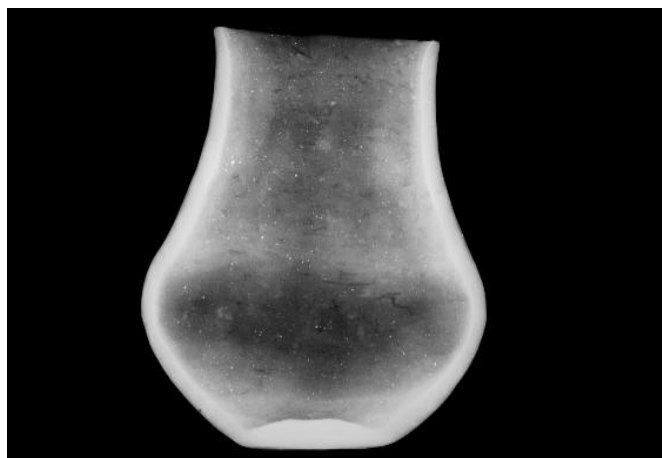
A imagem radiográfica proporciona um olhar privilegiado sobre a construção dos objetos. De acordo com as indagações sobre o material é possível realizar infinitas radiografias em ângulos diversos, com energias distintas a fim de melhorar a visualização de uma característica específica ou definir as etapas de construção da vasilha. Por exemplo, em alguns casos, é possível visualizar as marcas dos dedos deixadas durante o processo de alisamento da peça.

A qualidade e a resolução da imagem radiográfica dependem de inúmeros fatores já mencionados

tecnológicas das ceramistas Asurini.

A construção do pote inicia pela base com a

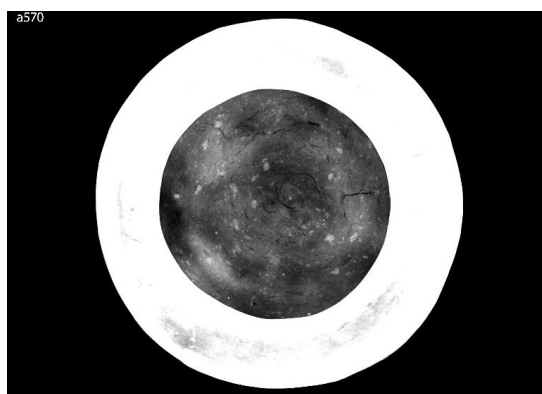
Figura 4: japu (A.6) predomínio de grãos pequenos



junção de roletes colocados em círculos (Figura 5). As três vasilhas radiografadas para visualização da base, apresentam a junção dos roletes circular.

A partir dos dados etnoarqueológicos sabemos que os objetos são elaborados com o roletado e a radiografia permitiu a identificação desta técnica através da visualização da junção horizontal dos roletes. Contudo, no conjunto de vasilhas radiografadas, as fissuras horizontais que correspondem à junção dos roletes não são visíveis em todas as imagens. Em algumas delas as fissuras aparecem em áreas específicas do pote (p.ex. junção do gargalo com o corpo, área de maior

Figura 5: Imagem radiográfica da base da vasilha A.5



anteriormente. Portanto, em função da condição de energia estabelecida e das características de cada vasilha obtivemos imagens com resolução variada, o que permitiu a observação de diferentes etapas do processo de construção e a inferência de algumas marcas visíveis no campo eletromagnético, resultantes das escolhas

expansão do corpo, base) (Figuras 6 e 7). Uma das vasilhas radiografadas não apresenta no corpo nenhuma marca da técnica do roletado (Figura 7).

As marcas deixadas pela junção dos roletes ou, a sua ausência, refletem algumas características do processo de manufatura das vasilhas Asurini que,

Figura 6: japepaí (A.1) fissuras horizontais correspondem à junção dos roletes



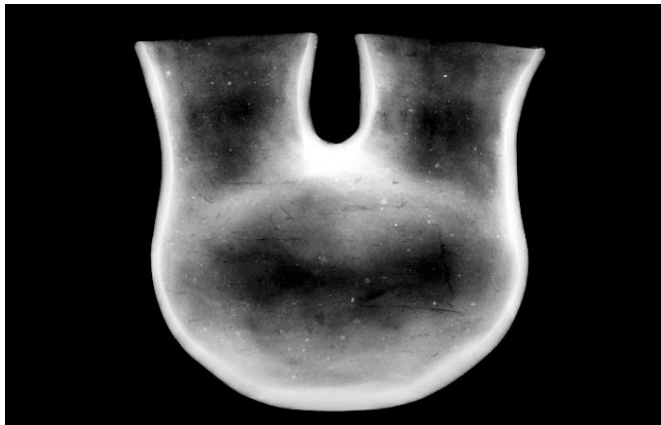
Figura 7: yava (A.5) junção dos roletes não é visível no corpo da vasilha.



apesar da variabilidade, são elaboradas por mulheres que compartilham um mesmo sistema tecnológico.

1. As linhas horizontais de junção dos roletes são mais visíveis: a) na área de maior expansão do corpo; b) na junção das partes que compõem a vasilha;
2. Os roletes geralmente parecem “expandidos” verticalmente: a) na área de maior expansão do corpo; b) em toda a parte superior do corpo;
3. A junção dos roletes é pouco ou nada visível em função do alisamento acurado da vasilha que é realizado enquanto a argila ainda está bastante úmida;
4. A definição da forma final da vasilha, a partir da expansão dos roletes provoca uma série de micro fissuras verticais e horizontais, nas áreas de maior expansão do corpo e que são visíveis nas regiões de difícil acesso para o alisamento, ou ainda, nas vasilhas com alisamento menos acurado.

Figura 8: pupijanekanawa (A.3)



5. A junção dos roletes é pouco ou nada visível nas vasilhas que têm o contorno formal mais expandido (p.ex. no tipo *yava*)

Em todas as imagens radiográficas visualizamos com nitidez a regularidade ou variação da espessura das vasilhas, através de diferentes níveis de energia de raio X associado ao tratamento posterior das imagens. Observamos que a variação da espessura, quando ocorre, geralmente está relacionada às diferentes partes da vasilha vistas de perfil, sendo mais espessas na base, com um leve afinamento na área de maior expansão do corpo e na borda (Figuras 8 e 9). A irradiação das vasilhas em um diferente posicionamento mostrou a variação da espessura quando observada em corte transversal; todas as imagens foram tratadas para evidenciar a regularidade do perfil.

Observamos também a regularidade da espessura das vasilhas Asurini nas superfícies externa e interna (Figura 10). Isto é resultado da operação cuidadosa de alisamento da vasilha no processo de manufatura,

Figura 9: japu (A.6)

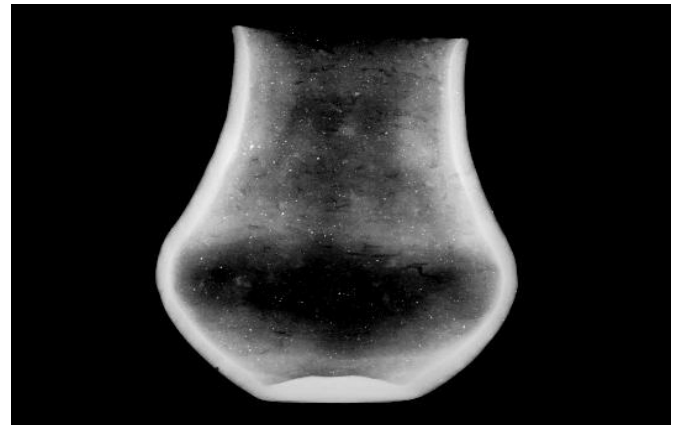
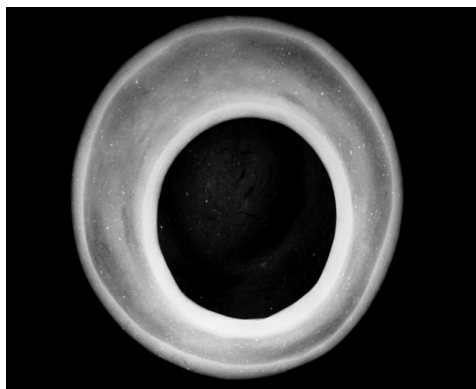


Figura 10: Regularidade da espessura da vasilha, vista de topo



quando a argila ainda está bastante úmida, e na etapa de secagem inicial.

Secagem inicial:

O aperfeiçoamento do alisamento durante a secagem corrobora para a regularidade ou pouca variação na espessura do vasilhame. Porém, geralmente as operações associadas ao processo de secagem dos objetos, no caso da cerâmica Asurini o alisamento com auxílio de um instrumento específico, pode deixar marcas na superfície que não são visualizadas na imagem radiográfica, mas podem ser fotografadas no campo visível.

Secagem final e Queima:

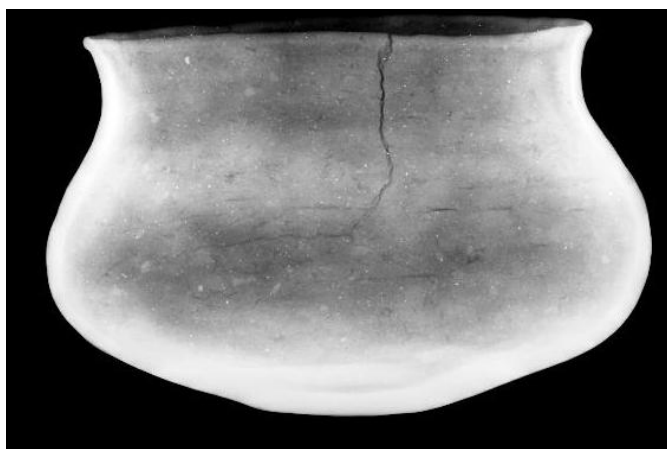
A perda total da água contida na argila e a ação do calor e do fogo sobre a vasilha são as operações responsáveis pela solidificação da argila e pelo aspecto final dos objetos. Apesar de constituir uma operação

quando a vasilha apresenta “imperfeições” decorrentes ou acentuadas por este processo. Por exemplo, na imagem radiográfica podemos observar fissuras e microfissuras horizontais e/ou verticais que são interpretadas como resultado das operações de construção da vasilha e que podem ser acentuadas durante a etapa de secagem (inicial e final) do objeto (Figuras 11 e 12). Nesta etapa da cadeia operatória ocorre uma retração do volume total da vasilha devido a perda da água inter e intra molecular. O mesmo processo pode ocorrer durante a queima, culminando com o aparecimento de rachaduras na superfície que são visíveis “a olho nu” (Figura 11).

Acabamento de superfície:

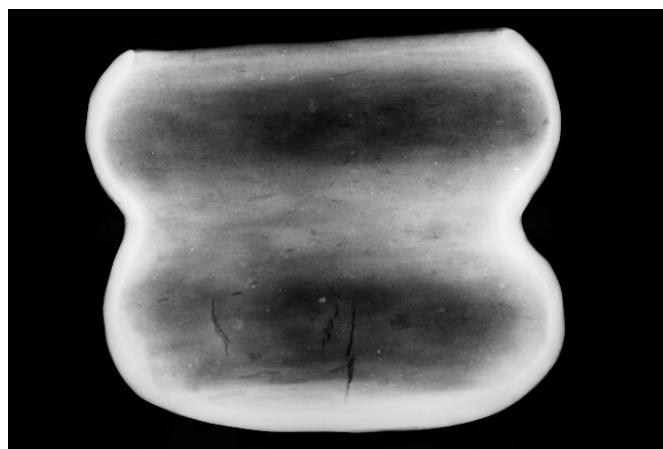
As operações de pintura e/ou impermeabilização da superfície tem uma ação restrita à superfície do objeto, não provocando alteração ou marcas na estrutura interna do mesmo. Portanto, a imagem radiográfica não traz

Figura 11: *yava* (A.5) rachadura visível ‘a olho nu’



fundamental e delicada da cadeia operatória, que provoca transformações físico-químicas irreversíveis, sua ação aparece na imagem radiográfica somente

Figura 12: *jukupyayra* (A.4) fissuras na área de maior expansão do corpo



nenhuma informação adicional a respeito desta etapa, que pode ser investigada através de técnicas de imagem no campo visível.

Implicações para a arqueologia

Entender as tecnologias cerâmicas das populações, no passado, é um dos objetivos da pesquisa arqueológica. Trata-se de tentar reconstituir o ciclo de vida desses objetos desde a seleção e preparo da matéria-prima, passando pelo processo de manufatura, elaboração dos acabamentos de superfície e das técnicas de queima. Além disso, procura-se compreender os usos, reusos, armazenagem e distribuição dos mesmos e, finalmente, o seu descarte. Nesta empreitada arqueológica, têm sido empregadas diferentes abordagens teórico-metodológicas e perspectivas de análise, dentre as quais estão a etnoarqueologia e a arqueometria.

Neste trabalho, através do estudo das vasilhas cerâmicas Asurini, utilizando a técnica de Radiografia de Raios X procuramos demonstrar que ao associarmos a etnoarqueologia e a arqueometria se pode ampliar o potencial analítico de ambas em nossas pesquisas. Por exemplo:

1) *no estudo sobre a textura da pasta cerâmica*: a) a Radiografia de Raios X identifica as inclusões na pasta, o seu tipo (orgânico, mineral) e angularidade (angulosos, sub-angular, arredondado ou sub-arredondado) e os dados etnoarqueológicos auxiliam nas inferências sobre se estas inclusões são intencionais ou naturais; b) a Radiografia de Raios X evidencia diferenças na textura da pasta no que se refere a densidade e distribuição das inclusões e os dados etnoarqueológicos alertam para o fato de que as populações ceramistas podem se utilizar de fontes de argila distintas, mas com características de performance semelhantes; c) é preciso amostrar e analisar arqueometricamente as fontes de argila nas áreas de pesquisa a fim de melhor compreender as características das pastas cerâmicas arqueológicas

2) *no estudo da técnica de elaboração da vasilha cerâmica*: a) a Radiografia de Raios X identifica as marcas das técnicas utilizadas (roletado, torneado, moldado, etc.) e os dados etnoarqueológicos servem de parâmetro para identificar as técnicas; b) a Radiografia de Raios X identifica as marcas de junção das partes da vasilha (pescoço, corpo, ombro) e os dados etnoarqueológicos auxiliam a compreender a diversidade de modos de se fazer e dividir em partes o corpo das vasilhas; c) a

Radiografia de Raios X revela a (ir)regularidade do perfil do corpo da vasilha e os dados etnoarqueológicos possibilitam interpretar estas (ir)regularidades como resultantes de processos de alisamento das superfícies da vasilha; d) quanto mais complexo o contorno formal de uma vasilha maior é o número de ângulos da peça a serem radiografados; e) diferentes contornos formais podem ser resultantes de uma mesma sequência de operações, mas conduzidas de forma a produzir diferentes marcas do processo de construção na vasilha (p.ex. investimento maior na expansão do corpo das vasilhas do tipo *yava*).

3) *no estudo do processo de secagem e queima*: a) a Radiografia de Raios X identifica as fissuras e quebras resultantes do processo de queima e os dados etnoarqueológicos auxiliam a entender a dinâmica e as características destes processos e os seus resultados nas vasilhas cerâmicas.

Como se pode ver, para a arqueometria e, em especial para a técnica de Radiografia de Raios X, os dados etnoarqueológicos podem servir de modelo e/ou referência para as interpretações das imagens de materiais cerâmicos arqueológicos. Para a etnoarqueologia, os dados arqueométricos podem ser somados aos dados etnográficos e subsidiar a elaboração de modelos interpretativos sobre as tecnologias cerâmicas arqueológicas.

Para finalizar gostaríamos de ressaltar que independentemente das perspectivas de análises que sejam adotadas nas pesquisas sobre os materiais cerâmicos é fundamental: “*take materials seriously, since it is from them that everything is made*” (INGOLD, 2011, p. 31).

Agradecimentos

Prof^a Dr^a Márcia A. Rizzutto, coordenadora do Núcleo de Pesquisa de Física Aplicada ao Estudo do Patrimônio Artístico e Histórico (NAP-FAEPAH/IF/USP), Dr^a Jéssica F. Curado e Dr^a Martha Aldred pela colaboração durante a realização deste trabalho. Asurini do Xingu, pelos ensinamentos sobre a tecnologia cerâmica. FAPESP pelo financiamento das pesquisas junto aos Asurini do Xingu e pela bolsa de pós-doutorado de Silvia Cunha Lima.

CNPq pela bolsa de produtividade de Fabíola Andréa Silva.
Francisco Noelli pela revisão e sugestões ao texto.

Referências

- BARCLAY, K. **Scientific analysis of archaeological ceramics**. A handbook of resources. Oxford: Oxbow Books, 2001.
- BRAUN, D. P. Radiographic analysis of temper in ceramic vessels: goals and initial methods. **Journal of Field Archaeology**, 9(2):183-192, 1982.
- CUNHA LIMA, S. **Tecnologia cerâmica Chimú: estudo arqueométrico da coleção do MAE/USP**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Arqueologia. Museu de Arqueologia e Etnologia. Universidade de São Paulo, 2010.
- HEGMON, M. Ceramic Ethnoarchaeology. **Journal of Archaeological Method and Theory**, 7(3):129-137, 2000.
- INGOLD, T. **Being Alive**. Essays on movement, knowledge and description. London/New York: Routledge, 2011.
- LANG, J.; MIDDLETON, A. **Radiography of cultural material**. London: Buwert, 2005.
- MÜLLER, R. P. **Asurini do Xingu**. História e arte. Campinas: Editora da UNICAMP, 1990.
- SILVA, F. A. **As tecnologias e seus significados**. Um estudo da cerâmica dos Asurini do Xingu e da cestaria dos Kayapó-Xikrin sob uma perspectiva etnoarqueológica. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Antropologia. Departamento de Antropologia. Universidade de São Paulo, 2000.
- VELDE, B.; DRUC, I. **Archaeological ceramic materials**. Origin and utilization. Berlin: Springer, 1999.
- SCHIFFER, M. B.; SKIBO, J. M. The explanation of artifact variability. **American Antiquity**, 62(1):27-50, 1997.
- STARK, M. Current issues in ceramic ethnoarchaeology. **Journal of Archaeological Research**, 11(3):193-242, 2003.