

O emprego da microscopia petrográfica no estudo da cerâmica arqueológica e de fontes de proveniência: um exemplo prático*

Wagner Magalhães**

Palavras-chave:
Microscopia petrográfica
Arqueometria
Cerâmica arqueológica

Resumo: O presente artigo tem como objetivo apresentar os resultados parciais obtidos por meio da técnica de Microscopia Petrográfica por Luz Transmitida, aplicada em um conjunto de amostras de cerâmica arqueológica e nas amostras das possíveis fontes argilosas provenientes dos sítios arqueológicos Inhazinha e Rodrigues Furtado, localizados no município de Perdizes na região do Triângulo Mineiro. Tal técnica tem permitido a arqueologia responder questões não só relacionadas a uma eventual conexão entre as fontes argilosas e os vestígios cerâmicos, mas também, abordagens inerentes aos aspectos tecnológicos da cerâmica, dentre os quais destacam-se a seleção de grãos, a adição de tempero, a técnica de manufatura e tipos de queima. Objetiva ainda demonstrar a eficiência e desmistificar a complexidade muitas vezes atribuída a este tipo de análise, por parte de alguns arqueólogos não familiarizados com a rotina laboratorial, por trás do estudo arqueométrico de bens de interesse arqueológico.

Keywords:
Petrographic
microscopy
Archeometry
Archaeological ceramics

Abstract: This article aims to present the partial results obtained by Petrographic Microscopy Transmitted Light, applied to a set of archaeological ceramic samples and in samples of possible clay from the archaeological sites Inhazinha and Rodrigues Furtado, located in the municipality of Perdizes in the Triângulo Mineiro region. This technique has allowed archeology to answer questions not only related to a possible connection between the clay sources and ceramic remains, but also approaches inherent in the technological aspects of ceramics, among which stand out the selection of grains, adding temper, the manufacturing technique and types of burns. It also aims at demonstrating the efficiency and demystify the complexity often associated with this type of analysis by some archaeologists unfamiliar with the standard procedure, behind the archaeometric study of archaeological goods.

Recebido em 08 de junho de 2015. Aprovado em 2 de julho de 2015.

Introdução

A *microscopia petrográfica de luz transmitida* - MPLT, quando aplicada em materiais de interesse arqueológico, sejam as matérias primas, sejam os produtos cerâmicos, permite a obtenção de informações de extremo valor, a título de exemplo, pode-se destacar os dados relacionados à mineralogia da peça, formato de grãos, assim como sua relação microestrutural entre os diversos grãos da amostra. Contribui para a identificação óptica dos minerais constituintes, de suas proporções relativas e, no caso dos produtos acabados, de suas feições características e do modo como se inter-relacionam (GOULART, 2004; MAGALHÃES, 2015).

Tal técnica é imprescindível e se constitui de um ponto de partida para todo e qualquer estudo de fontes de proveniência, uma vez que a cerâmica tende a apresentar as mesmas características mineralógicas e granulométricas de suas matérias-primas.

Adotada na arqueologia Brasileira desde a década de 1980 (ALVES, 1982; 1988; ALVES; GIRARDI, 1989), tal técnica tem permitido a arqueologia responder questões não só relacionadas a uma eventual conexão entre as fontes argilosas e os vestígios cerâmicos, mas tem permitido abordagens inerentes aos aspectos tecnológicos da cerâmica, dentre os quais destacam-se a seleção de grãos, a adição de tempero, a técnica de manufatura e tipos de queima.

*Artigo elaborado a partir dos resultados obtidos no âmbito da pesquisa de Dissertação de Mestrado do autor, intitulada "Estudo arqueométrico dos sítios arqueológicos Inhazinha e Rodrigues Furtado, município de Perdizes/MG: da argila à cerâmica... Possíveis conexões entre os vasilhames cerâmicos e as fontes argilosas" apresentada junto ao Programa de Pós-graduação em Arqueologia do Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo – MAE/USP (MAGALHÃES, 2015).

**É doutorando em Arqueologia Brasileira, no Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo; Arqueólogo e Pesquisador da Fundação Araporã atua nas áreas de Arqueologia Brasileira, Etnoarqueologia, Arqueometria e Arqueologia preventiva. E-mail: wagner.magalhaes@usp.br

No entanto, para obtenção de bons resultados, se faz necessário um amplo domínio de cada uma das etapas que antecedem a análise propriamente dita, especialmente nas etapas de preparo das amostras.

Baseando-se nos critérios metodológicos e analíticos adotados por Alves (1982, 1988, 1994/1995, 1997, 2009), Alves & Girardi (1989), Cremonese (1991), Middleton (1997), Goulart (2004), Fagundes *et al.* (2007) e Magalhães (2015), o presente artigo objetiva demonstrar a eficiência e desmistificar a complexidade muitas vezes atribuída a este tipo de análise, por parte de alguns arqueólogos não familiarizados com a rotina laboratorial, por trás do estudo arqueométrico de bens de interesse arqueológico.

Preparo de amostras

Antes da análise propriamente dita, é essencial a elaboração de lâminas de boa qualidade e dotadas de uma rigorosa padronização do material a ser estudado¹, sejam eles fragmentos de cerâmica (lâminas de seção delgada), sejam eles amostras de sedimento argiloso (lâminas por dispersão).

A elaboração de lâminas de seção delgada do material cerâmico é uma tarefa rotineira na maioria dos laboratórios de petrografia ou de tecnologia cerâmica e consiste basicamente de três operações a saber: 1) Corte da peça cerâmica, lixamento e colagem da amostra na lâmina; 2) Corte e desbaste; e 3) Polimento.

Inicialmente o fragmento de cerâmica é cortado com auxílio de uma máquina de corte abrasivo de alta precisão, visando a obtenção de uma fração necessária da peça cerâmica que permita uma laminação adequada. Logo em seguida essa fração é impregnada a vácuo por uma resina de coloração azul, que após sua completa secagem é submetida a um lixamento num composto abrasivo a base de carbureto de silício (granulometria grossa), visando uma perfeita planicidade das amostras de modo que possam ser coladas nas lâminas através de uma resina epóxi incolor.

Após um período de secagem de 24 horas, as lâminas e as frações provenientes dos fragmentos de cerâmica são submetidos a uma operação de “corte e desbaste” para logo em seguida serem desgastadas de forma manual com auxílio de um composto abrasivo a

base de carbureto de silício (granulometria fina), até que se obtenha uma espessura entre 30 e 20 microns.

A definição da espessura de cada uma das lâminas de cerâmica se dá pela determinação da cor dos grãos de quartzo, por meio de microscopia sob nicóis cruzados, uma vez que a 30 µm o quartzo apresenta uma coloração cinza ligeiramente amarelado, e a 20 µm uma coloração cinza médio (GOULART, 2004).

Uma vez atingida a espessura desejada, as lâminas são submetidas a um polimento com pasta diamantada que proporciona graças à combinação da atividade química e uma abrasão delicada e suave, amostras absolutamente finas, sem riscos e deformações, cuja principal vantagem é que todos os cristais e/ou minerais presentes apresentam uma mesma espessura e propriedades ópticas conhecidas.

A preparação de lâminas de amostras provenientes de fontes argilosas é precedida do fracionamento das amostras de sedimento por meio do método de *peneiramento por via úmida*, de maneira a se obter cada uma das frações granulométricas que compõe a amostra e que darão origem as diferentes lâminas por meio da dispersão de uma pequena fração do material em uma resina líquida com índice de refração conhecida (*Bálsamo do Canadá Natural*²).

O preparo das lâminas é composto de quatro operações a saber: 1) Limpeza e identificação das lâminas de vidro; 2) Aquecimento de *Bálsamo do Canadá Natural* em um cadinho sobre placa a 110°C; 3) Montagem da lâmina por meio da dispersão de uma pequena fração do material seco não moído (uma ponta de espátula), sobre uma camada de *Bálsamo do Canadá Natural*, ainda quente, disposto sobre a lâmina de vidro; 4) Recobrimento com lamínula.

A operação final de preparo das amostras de sedimento se dá por meio da limpeza de cada uma das lâminas após transcorrido o seu resfriamento e secagem num período superior a 24hs. A limpeza é realizada com auxílio de algodão embebido em álcool etílico 96° GL resultando num conjunto de lâminas, composto de pelo menos 06 (seis) lâminas que representam cada uma das frações obtidas por meio do método de *peneiramento por via úmida* (#32, #80, #100, #150, #200 e #250)³. Tal procedimento deve ser realizado para cada uma das possíveis fontes argilosas.

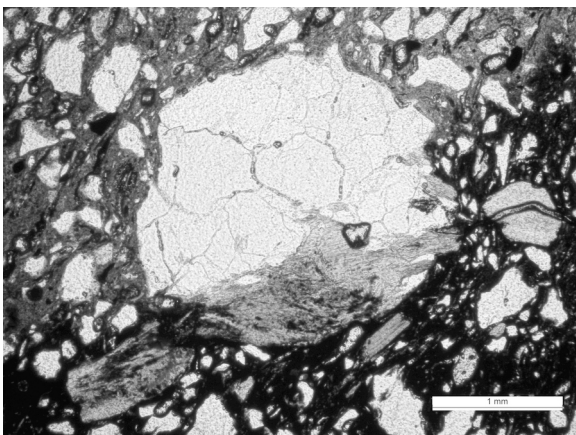
Análise mineralógica do material cerâmico e de fontes argilosas

A *microscopia petrográfica de luz transmitida - MPLT*, faz uso da interação de um feixe de luz polarizado com uma fina seção da amostra a ser analisada, seja ela cerâmica por meio de uma lâmina de seção delgada, ou matéria-prima argilosa dispersa sobre uma lâmina com resina líquida, tal como o *Bálsamo do Canadá Natural*, que possui um índice de refração previamente conhecido. O equipamento empregado é o microscópio óptico petrográfico por possuir duas placas polarizadas (nicóis) interpostas no caminho do feixe de luz, permitindo a análise comportamental de cada um dos minerais presentes na amostra estudada diante da luz polarizada (GOULART, 2004).

Segundo Goulart (2004), o uso de tal microscópio permite o cruzamento desses “nicóis” durante a análise, permitindo que as amostras sejam analisadas tanto com os “nicóis paralelos” (luz plano-polarizada) que permitem a avaliação da forma externa dos grãos, quanto com os “nicóis cruzados” (luz polarizada cruzada entre si) fazendo com que sua interferência com os minerais produzam um espectro de cores que permitam sua identificação por meio de suas direções preferenciais (Figuras 01 e 02).

Dentre as características passíveis de observação por meio da MPLT, estão a observação da forma, da distribuição granulométrica e do modo de ocorrência dos minerais mais comuns na lâmina, fornecendo uma grande quantidade de informações sobre a matéria-prima utilizada e sobre as técnicas de preparação do corpo cerâmico.

Figura 01: Fotomicrografia obtida em sistema de microscopia polarizado com “nicóis paralelos” do IGC/USP.



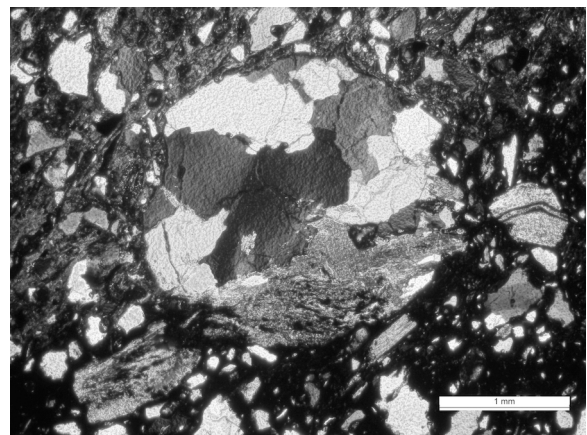
Fonte: Magalhães (2015).

Via de regra, a maioria dos solos de origem tropical ao serem submetidos a uma análise granulométrica, apresentarão não apenas sua fração de argila, mas também uma fração considerável de material grosseiro, silte e/ou areias grossas e finas, que ao serem analisadas permitirão uma possível identificação da matéria-prima utilizada pela (o) ceramista na confecção de um determinado conjunto de peças cerâmicas.

O padrão de ocorrência dos grãos de quartzo muito comum na cerâmica arqueológica de determinadas regiões brasileiras, como demonstra os estudos de Alves e equipe, para a região do Alto Paranaíba (ALVES, 1988; 1994/1995; 1997; 2009; ALVES; GIRARDI, 1989; FAGUNDES *et al.*, 2007; FIGUEIREDO, 2008; MEDEIROS, 2007; MAGALHÃES, 2015), se constituem de uma importante fonte de informação para uma eventual identificação das fontes de matéria-prima argilosa. De acordo com Goulart (2004), o quartzo pode ocorrer na forma de grãos isolados *monocristalinos*⁴ ou *policristalinos*⁵, que permitem identificar a rocha que lhes deu origem, podendo ser provenientes de: grânulos de arenito (rocha sedimentar), de quartzito (rocha metamórfica), de calcedônia (provenientes de ágatas de basalto), por exemplo.

Outras características que a MPLT permite avaliar durante o estudo da cerâmica, por meio das lâminas de seção delgada, dizem respeito a orientação dos grãos presentes na massa, além das característica do chamado “coração negro”⁶ da pasta, e até mesmo na identificação de temperos eventualmente adicionados na pasta.

Figura 02: Fotomicrografia obtida em sistema de microscopia polarizado com “nicóis cruzados” do IGC/USP.



Fonte: Magalhães (2015).

O estudo da orientação dos grãos é possível uma vez que os argilominerais, por conta da sua característica plácide, ao serem manipulados na pasta argilosa, se orientam perpendicularmente à direção de aplicação das forças de conformação promovidas pelo manuseio de moldagem do artefato. Tal orientação dá origem a microestruturas que são passíveis de identificação no microscópio permitindo estabelecer, por exemplo, como a massa foi trabalhada (GOULART, 2004).

A análise do “Coração Negro” por meio da MPLT permite a obtenção de informações relativas tanto a matéria-prima empregada, quanto ao modo de queima do material. Tal feição geralmente se manifesta em materiais cerâmicos confeccionados com matéria-prima rica em material orgânico, tais como argilas negras provenientes de lagoas e brejos. Segundo Goulart (2004), quando peças confeccionadas com essa matéria-prima são queimadas em ambientes oxidantes, a matéria orgânica presente sofre oxidação, transformando-se em gás carbônico, fazendo com que a peça apresente uma coloração diferente para a fração inorgânica que será oxidada (vermelha, se rica em ferro ou beje a branca, se pobre nele). Entretanto, ressalta o autor, que nos casos de queima pobre em oxigênio, apenas a camada mais superficial será oxidada, fazendo com que a matéria-orgânica do interior da peça sofra uma redução seguida da deposição de carbono, que por sua vez resultará em uma massa muito escura ou negra, que evidencia o nível de qualidade da queima realizada.

A identificação da ocorrência de temperos enquanto dado cultural é outra possibilidade extremamente viável de ser obtida por meio do emprego da MPLT. Shepard (1968) define tempero como a inclusão de materiais não-plásticos (não argilosos) adicionados à massa cerâmica. Chmyz (1966) define tempero como sinônimo de antiplástico que por sua vez é definido como uma matéria introduzida intencionalmente ou não, na pasta cerâmica, visando à obtenção de condições favoráveis a uma boa secagem e queima.

Para Goulart (2004), é conveniente assumir que a palavra tempero implica na intencionalidade de produção de uma massa com características previamente desejadas e, portanto, seu uso pressupõe um estágio tecnológico tão avançado que os artesãos consigam

prever o comportamento da massa cerâmica a partir da avaliação da matéria-prima.

Enfim, o emprego da MPLT é interessante na medida em que permite aos arqueólogos a inferência sobre as técnicas de manufatura da cultura material cerâmica, tendo como referência um dos pontos cruciais à compreensão das seqüências operacionais que deram origem aos conjuntos artefatuais cerâmicos (FAGUNDES *et al*, 2007).

Magalhães (2015), em estudo de proveniência realizado com o conjunto artefactual cerâmico e as possíveis fontes argilosas provenientes dos sítios Inhazinha e Rodrigues Furtado, localizados na região do Triângulo Mineiro, empregou a MPLT na expectativa de determinar a composição da pasta cerâmica, partindo da descrição mineralógica e granulométrica, de maneira que a análise permitisse a detecção, ou não, da ocorrência de tempero enquanto dado cultural. Tal procedimento, associado à interpretação das análises de cada uma das frações de sedimento obtidas através do método do *peneiramento por via úmida* efetuadas no material argiloso, auxiliou no estabelecimento de eventuais conexões entre ambos.

Foram analisados um total de 90 (noventa lâminas) por meio da microscopia petrográfica de luz transmitida - MPLT, sendo 18 (dezoito lâminas) de seção delgada do material cerâmico⁷ e 72 (setenta e duas lâminas) de material sedimentar argiloso⁸.

A análise do material cerâmico objetivou avaliar a composição da pasta cerâmica, por meio da verificação da distribuição granulométrica, da mineralogia de minerais granulares presentes, da eventual presença de tempero e/ou estruturas relativas ao método de modelagem. Por outro lado, a análise do material sedimentar argiloso objetivou a obtenção de informações relativas à uma possível conexão entre as fontes de matérias-primas e as pastas cerâmicas por meio da verificação da distribuição granulométrica e da mineralogia de minerais granulares presentes.

A análise de cada uma das lâminas foi realizada junto ao laboratório de Petrografia Sedimentar do Instituto de Geociências da USP - IGC/USP⁹ com o auxílio de um sistema microscópio polarizado da marca Leica, modelo DM-750P com câmera digital Leica MC170 HD integrada.

A captura de imagens e realização das tomadas fotomicrográficas de cada uma das lâminas se deram por

meio do software Leica Application Suite (LAS) EZ, um sistema modular de aquisição multitarefa, que permite a obtenção de imagens de vários modos, por meio de fluorescência multicanal, sobreposição de imagens, campo de vista alargado e profundidade estendida, além de permitir a realização de análises por meio de múltiplas funções, tais como detecção, medição e avaliação de partículas.

A fim de padronizar a sequência descritiva durante a etapa de análise de cada uma das lâminas de seção delgada (amostras cerâmicas), foi organizada uma ficha analítica que procurou contemplar cada uma das características passíveis de serem encontradas, levando em conta os estudos arqueométricos pretéritos realizados na região do Alto Paranaíba (MAGALHÃES, 2015 p. 324).

O percentual de inclusão de fragmentos em relação a matriz da pasta cerâmica foi estimada por meio da escala gráfica proposta por Orton & Hughes (2013). Tal escala é composta por quatro índices de porcentagem de inclusão (5%, 10%, 20% e 30%), *versus* três índices de classificação para o tamanho das inclusões (0.5 à 1.0 mm, 0.5 à 2.0 mm e 0.5 à 3.0 mm) (MAGALHÃES, 2015, p. 325).

A determinação do grau de seleção de grãos em cada um dos fragmentos cerâmicos foi realizada por meio da escala de seleção também proposta por este mesmo autor, que sugere cinco graus de seleção distribuídos entre muito ruim (grau 1) e muito bom (grau 5) (MAGALHÃES, 2015, p. 326).

A verificação da distribuição granulométrica e da mineralogia de minerais granulares presentes tanto na pasta cerâmica quanto no material sedimentar argiloso se deu por meio de comparação visual entre cada uma das amostras e contou com o auxílio de uma escala de arredondamento e esfericidade também proposta por Orton & Hughes (2013). Tal escala sugere seis graus de arredondamento distribuídos entre muito angular (grau 1) e bem arredondado (grau 6), arranjados por sua vez em duas classes de esfericidade (Alta esfericidade e Baixa esfericidade) (MAGALHÃES, 2015, p. 326).

O uso tanto da ficha analítica, quanto das escalas de análise, além de criar uma rotina padrão para a sequência operacional de análise das lâminas, é essencial na medida em que facilita o processo de registro descritivo das características inerentes a cada uma delas.

Discussão

A análise realizada nas dezoito amostras apresentou como resultado a presença do *Quartzo* e *Biotita* como minerais onipresentes em todas as amostras, seguido de outros minerais como *Quartzito*, *Microclinio*, *Mica Bege*, *Mica Verde*, *Líticos Opacos Oxidados* tais como *Basalto* e *Diabásio* ou *Óxidos de Ferro*, além de *Litoclastos de Origem Metamórfica* se mostraram representativos na maioria das amostras de cada um dos conjuntos de cerâmica analisada (MAGALHÃES, 2015).

O conjunto de cerâmicas provenientes do sítio Rodrigues Furtado, diferencia-se dos demais na medida em que apresentou a ocorrência de *plagioclásio* na maioria das amostras analisadas (MAGALHÃES, 2015).

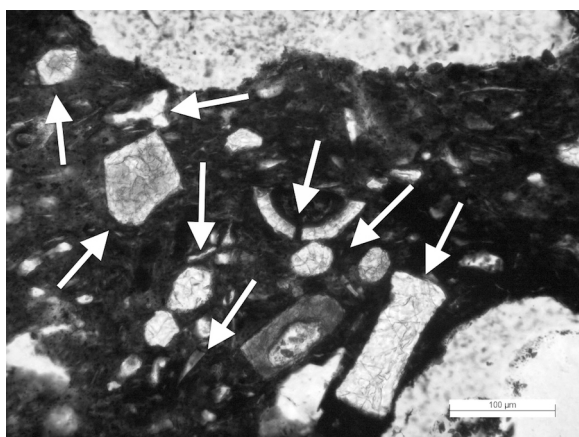
A denominação *plagioclásio* é derivada da palavra grega *plágios*, que significa *oblíquo*, em referência ao ângulo oblíquo existente entre as clivagens deste mineral que é um dos formadores de rocha mais amplamente distribuídos e abundantes que os feldspatos potássicos. Encontram-se presentes em rochas ígneas, metamórficas e, mais raramente, em rochas sedimentares (KLEIN & DUTROW, 2012). Tal ocorrência sugere a inexistência de relações entre as fontes de matéria prima utilizadas entre os contextos analisados (MAGALHÃES, 2015).

Do mesmo modo, o conjunto de cerâmicas provenientes da Zona 02 do sítio Inhazinha não apresentou nenhuma correlação com os demais, apresentando uma composição mineralógica relativamente distinta na medida em que se verifica a presença de *muscovita* na maioria das amostras analisadas (MAGALHÃES, 2015).

A *muscovita* é caracterizada por sua clivagem altamente perfeita e por apresentar uma coloração clara, constitui-se de um mineral formador de rochas comuns e abundantes, tal como os granitos e pegmatitos graníticos, nos quais ela se associa com quartzo e feldspato em grandes cristais, sendo ainda muito comum em rochas metamórficas formadoras dos componentes primários dos xistos micáceos (KLEIN & DUTROW, 2012). A presença de xistos micáceos é perceptível a olho nu na maioria das peças provenientes da Zona 02 do sítio Inhazinha, sugerindo a inexistência de relações entre as fontes de matéria prima utilizadas entre os demais contextos analisados (MAGALHÃES, 2015).

O conjunto de cerâmicas provenientes da Zona 01 do sítio Inhazinha não apresentou nenhuma correlação com os demais, haja vista a inexistência de amostras com a presença de *muscovita*, comum na Zona 02 do mesmo sítio, e *plagioclásio* verificado nas amostras do sítio Rodrigues Furtado (MAGALHÃES, 2015).

Figura 03: Fotomicrografia da lâmina IN13477A3. Inserção de material granulado.

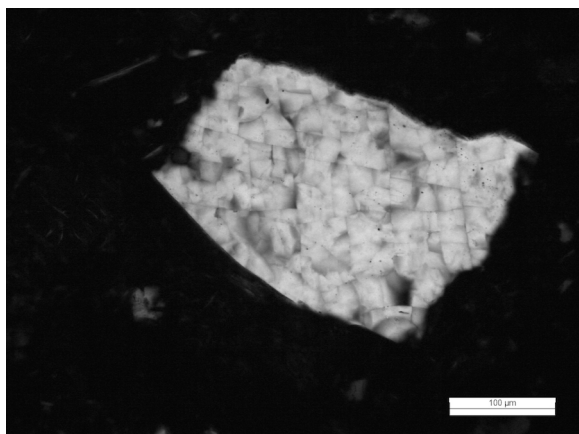


Fonte: Magalhães (2015).

Com relação a utilização de antiplástico (tempero), constatou-se a ocorrência de inserções possivelmente intencionais em todos os três conjuntos analisados (MAGALHÃES, 2015).

No conjunto de amostras provenientes da Zona 02 do sítio Inhazinha, verificou-se a ocorrência de inserções que se constituíam de uma série de materiais granulados de formas hexagonais e retangulares, aparentando ossículos de peixe possivelmente adicionados como tempero a pasta cerâmica. Tais ocorrências foram posteriormente analisadas por meio da microscopia eletrônica de varredura – MEV, que confirmou se tratar

Figura 05: Fotomicrografia da lâmina IN13476A2.

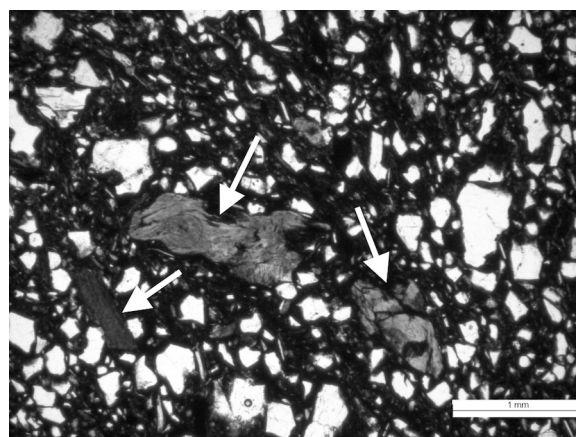


Fonte: Magalhães (2015).

de material orgânico calcinado com alto teor de carbono (MAGALHÃES, 2015).

O autor ressalta que durante a análise de amostras de ambos os sítios, constatou-se a recorrência de inclusões de litoclastos, não existindo parâmetros suficientes que permitam afirmar se tratar de tempero

Figura 04: Fotomicrografia da lâmina RF06263A7. Inserção de material orgânico calcinado.

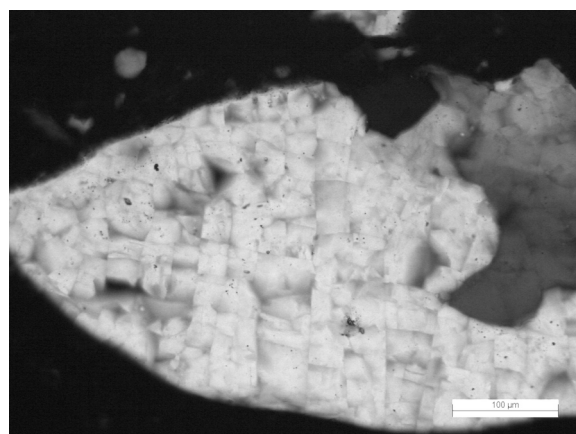


Fonte: Magalhães (2015).

enquanto dado cultural.

Segundo Magalhães (2015), ainda que o quartzo constitua-se de um mineral onipresente na matriz argilosa conforme apontam as análises de microscopia petrográfica de luz transmitida – MPLT, o autor destaca a presença de grânulos de quartzo completamente fraturados, apresentando um padrão de estilhaçamento anormal e possivelmente causado por ação mecânica antrópica, cuja deformação resultante não excedeu a capacidade de resistência do mineral conforme apontam as análises das amostras 02 e 03 provenientes da Zona 02 do sítio Inhazinha (Figuras 05 e 06).

Figura 06: Fotomicrografia da lâmina IN13477A3.

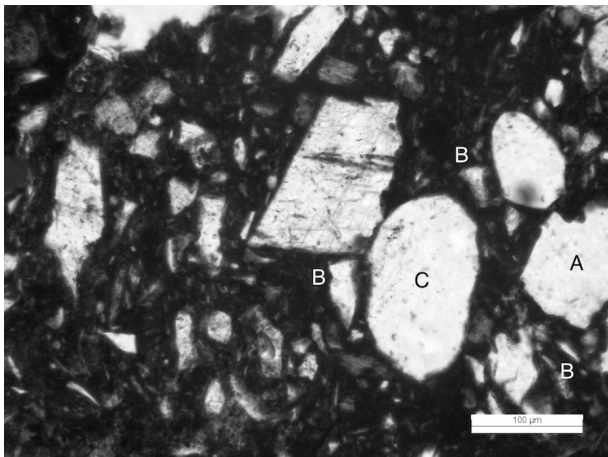


Fonte: Magalhães (2015).

As propriedades de fraturas, clivagens e partições são respostas de um material cristalino a uma força externa que induz o mineral a uma tensão determinada, que quando aplicada promove uma deformação da estrutura interna desse material cristalino. Enquanto a tensão aplicada relaciona-se com a *força*, a deformação relaciona-se com a *deformação resultante*, de modo que os minerais se rompem quando tal deformação excede a capacidade de resistência do mineral (KLEIN & DUTROW, 2012).

Entende-se por “fraturas por ação mecânica antrópica” o padrão de rupturas verificados na superfície do mineral em um sentido diferente da clivagem¹⁰ ou partição habitualmente esperada, assim como sua discordância para com os demais tipos de fraturas passíveis de serem verificados num mineral, tais como as concoidais¹¹, as de cisalhamento¹², as fibrosas¹³, serrilhadas¹⁴, irregulares¹⁵ e as indiretas¹⁶, obtidos a partir de um processo intencional pelo homem (MAGALHÃES, 2015).

Figura 07: Fotomicrografia da lâmina IN13476A2.



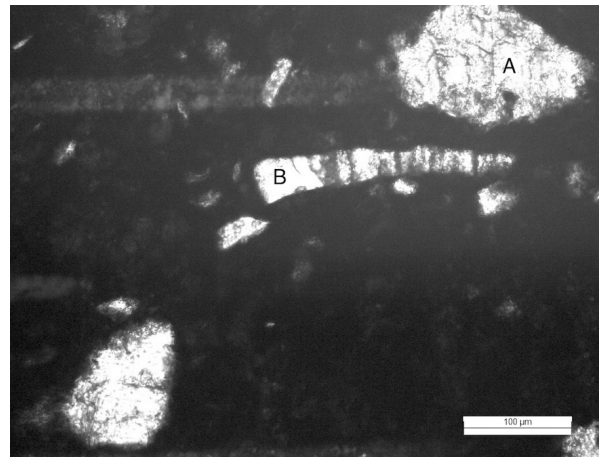
Fonte: Magalhães (2015).

Outro fator relevante observado durante a análise tanto da amostra 02, quanto da amostra 03 provenientes da Zona 02 do sítio Inhazinha, foi a associação de alguns desses grânulos de quartzo completamente fraturados (A) com minerais angulosos atípicos com traços de rocha ígnea (B) (possível microfragmentos de rochas graníticas ou gnaisses) e até mesmo grãos arredondados de origem sedimentar (C), tal como demonstram as fotos 07 e 08, além da ocorrência de milonitos completamente fraturados aparentemente por ação mecânica antrópica (MAGALHÃES, 2015).

Considerando a recorrência do emprego social de mãos de pilão e almofarizes de *Granito* e *Gnaisse* em alguns dos sítios do Alto Paranaíba¹⁷, tal como apontam Alves e equipe (Alves, 2009/2013; Figueiredo, 2008; e Medeiros, 2007), tais evidências sugerem a possível prática de adição de um antiplástico que foi previamente “preparado” tanto na pasta cerâmica pré-histórica, provenientes da Zona 01 do sítio Inhazinha, quanto na cerâmica pré-colonial proveniente da Zona 02 desse mesmo sítio. Demonstrando que a matriz mineral em si não se constitui de um fator impeditivo de uma prática cultural, sem dúvida alicerçada no *habitus* transmitido no espaço de tempo de uma geração a outra (MAGALHÃES, 2015).

Na perspectiva de Bourdieu (1994), tal prática desempenha um papel importante na ação social e em suas transformações, deixando marcas claras na cultura material que hoje se revela aos nossos olhos, graças ao auxílio de técnicas arqueométricas cada vez mais eficientes.

Figura 08: Fotomicrografia da lâmina IN13477A3.

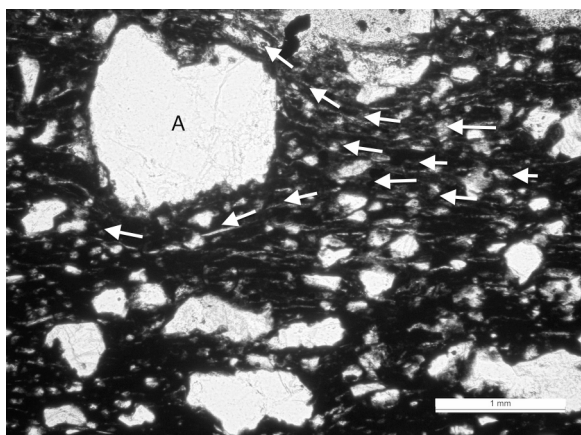


Fonte: Magalhães (2015).

O emprego da MPLT permitiu não só a identificação de padrões de orientação dos grãos, como também a ocorrência de compactação diferencial da pasta no entorno do clasto (quartzito) (A) decorrente de uma possível constrição causada pelo fluxo de roletes, muito comuns na técnica de manufatura por acordelamento (Figuras 09 e 10).

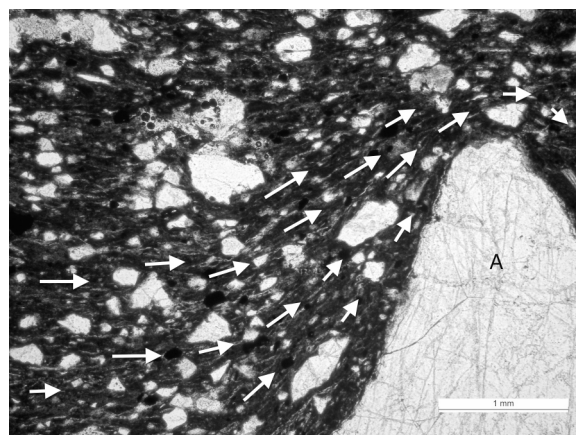
De acordo com Magalhães (2015), o grau de seleção de grãos distribuídos na matriz da pasta de cada uma das amostras analisadas de maneira geral encontra-se distribuído entre uma seleção *Muito ruim* e uma seleção

Figura 09: Fotomicrografia da lâmina IN13479A5. Compactação diferencial da pasta no entorno do clasto (A)



Fonte: Magalhães (2015).

Figura 10: Fotomicrografia da lâmina RF13266A10. Compactação diferencial da pasta no entorno do clasto (A)



Fonte: Magalhães (2015).

Regular. Em nenhum dos três conjuntos de amostras cerâmicas, verificou-se a ocorrência dos graus de seleção de grãos *Bom* e *Muito Bom*. E ressalta que apesar de a seleção de grãos não apresentar diferenças significativas entre os conjuntos de amostras analisados, ao tratarmos da verificação do percentual estimado de inclusões de fragmentos dispostos na pasta, podemos observar comportamentos distintos para cada um dos conjuntos.

Nessa perspectiva, enquanto a maioria das amostras provenientes da Zona 02 do sítio Inhazinha apresentam uma proporção volumétrica de fragmentos em relação a matriz baixa, seguida de uma percentagem de inclusão da ordem de 5% com a maioria dos fragmentos apresentando um tamanho entre 0.5 e 1.0mm, o conjunto de amostras provenientes da Zona 01 do sítio Inhazinha apresenta um comportamento completamente distinto, uma vez que a proporção volumétrica de fragmentos em relação a matriz é alta, seguida de uma percentagem de inclusão da ordem de 30% com a maioria dos fragmentos apresentando um tamanho entre 0.5 e 2.0mm.

O sítio Rodrigues Furtado por sua vez, comporta-se também de forma distinta, apresentando uma proporção volumétrica de fragmentos em relação a matriz em nível médio, seguido de uma percentagem de inclusão da ordem de 10% com a maioria dos fragmentos apresentando um tamanho entre 0.5 e 1.0mm.

Todos os três conjuntos de amostras apresentam dispersão significativa de grãos com um arredondamento de característica *Sub angular* associado a uma baixa esfericidade. O predomínio de grãos com baixa

esfericidade verifica-se para quase todo o conjunto de amostras analisadas, excetuando-se apenas as amostras de número 02 proveniente da Zona 02 do sítio Inhazinha e amostra de número 17 proveniente da Zona 01 do mesmo sítio, onde ocorrem o predomínio de grãos com alta esfericidade, condição que sugere que o artefato de origem dessa amostra pode ser originário de outras áreas distantes, tendo sido integrado no acervo de cultura material evidenciada no sítio, seja por meio de trocas ou apropriação decorrente de conflitos.

Visando estabelecer uma eventual conexão entre as amostras cerâmicas analisadas e as possíveis fontes de argila prospectadas no entorno dos sítios, foram analisados o padrão de dispersão dos diferentes graus de arredondamento e esfericidade de grãos verificados em cada uma das seis frações (malhas #32, #80, #100, #150, #200 e #250) de sedimento coletado (MAGALHÃES, 2015).

Os resultados da dispersão dos padrões de arredondamento e esfericidade de grãos observados no conjunto de amostras de sedimentos do sítio Rodrigues Furtado, demonstram que apenas as frações de grãos maiores retidos durante o processo de peneiramento nas malhas #32 e #80 possuem uma alta esfericidade.

As demais frações, compostas pelas amostras obtidas por meio das malhas #100, #150, #200 e #250, caracterizam-se por apresentar um padrão de agrupamento de grãos com baixa esfericidade, condição semelhante ao padrão verificado para todas as amostras de cerâmica proveniente do sítio Rodrigues Furtado.

Nota-se, ainda, que o maior nível de ocorrência verificado para o grau de angulosidade e/ou arredondamento de grãos do conjunto de amostras de sedimentos refere-se a categoria *Sub arredondado* seguido da categoria *Sub angular*. Características estas similares ao padrão verificado durante a análise das amostras de cerâmica deste sítio.

Tal como verificado no sítio Rodrigues Furtado, os resultados da dispersão dos padrões de arredondamento e esfericidade de grãos observados no conjunto de amostras de sedimentos do sítio Inhazinha, demonstram que apenas as frações de grãos maiores retidos durante o processo de peneiramento nas malhas #32 e #80 possuem uma alta esfericidade, exceção feita às amostras P3A2, P4A2 e P6A1 cujas frações de grãos selecionados por meio da malha #80 apresentaram uma baixa esfericidade.

Todas as demais frações, compostas pelas amostras obtidas por meio das malhas #100, #150, #200 e #250, caracterizam-se por apresentar um padrão de agrupamento de grãos com baixa esfericidade, condição semelhante ao padrão verificado para a maioria das amostras de cerâmica provenientes tanto da Zona 01, quanto da Zona 02 do sítio Inhazinha. Tal tendência só não foi verificada nas amostras de cerâmica de número 02 e 17 provenientes, respectivamente, das Zonas 02 e 01 deste sítio, uma vez que o padrão de agrupamento de grãos possui alta esfericidade.

Nota-se que os níveis de ocorrência verificados para o grau de angulosidade e/ou arredondamento de grãos do conjunto de amostras de sedimentos provenientes do entorno do sítio Inhazinha são semelhantes aos verificados para o sítio Rodrigues Furtado, ou seja, as categorias com maior representatividade nas amostras foram as categorias *Sub arredondado* seguido da categoria *Sub angular*.

Tais características demonstram algum nível de similaridade apenas para a categoria *Sub angular* que foi a que apresentou maior frequência de ocorrência tanto no conjunto de cerâmicas provenientes da Zona 01 como da Zona 02 do sítio Inhazinha. As amostras relativas a Zona 01 apresentaram ainda o predomínio de ocorrências de grãos *Sub arredondados* e *Angulares*, enquanto as amostras da Zona 02 apresentaram o predomínio de ocorrências de grãos *Muito angulares* e *Angulares*.

Considerações

Como vimos, a *microscopia petrográfica de luz transmitida - MPLT*, constitui-se de uma técnica extremamente eficiente uma vez que permite ao arqueólogo a obtenção de uma série de informações inerentes ao comportamento técnico e social do grupo ceramista. Dentre as informações passíveis de serem obtidas estão a técnica de manufatura adotada na construção dos vasilhames, o tipo de queima empregada, a adoção ou não de temperos (antiplástico) enquanto dado cultural, além obviamente da determinação de redes de troca assim como o estudo de fontes de proveniência.

No caso específico de estudos de fontes de proveniência, é essencial a adoção conjunta de técnicas de análise que permitam a determinação das composições químicas não só das amostras cerâmicas, mas também das possíveis fontes argilosas, pois como vimos nos resultados obtidos por meio da análise do padrão de grãos, tanto da pasta cerâmica quanto do sedimento proveniente do entorno de cada sítio, apesar da similaridade entre a predominância de grãos *Sub arredondados* e *Sub angulares*, sugerir uma possível correlação entre a pasta cerâmica e as fontes de matéria prima. Tal inferência, baseada apenas nos parâmetros morfométricos obtidos, se mostra prematura haja vista a necessidade de conhecermos outros importantes fatores de controle.

Suguio (2003), sugere como fatores de controle, a realização de análises que permitam a determinação das composições químicas e/ou mineralógicas da amostra, além de análises que permitam ao pesquisador um conhecimento mais apurado da estrutura interna e forma original de cada um dos fragmentos minerais analisados.

Deste modo, a determinação de uma eventual correlação entre a cerâmica proveniente de cada um dos sítios e suas supostas fontes de matéria prima, passa por meio da adoção conjunta de análises químicas, tais como a análise de multielementos via fluorescência de raios X (EDXRF).

Notas

1. Para uma descrição detalhada de cada uma das etapas envolvidas veja Magalhães (2015).
2. O índice de refração do Bálsamo do Canadá Natural é o de $n=1,537$, índice adequado por estar próximo ao máximo

- índice de refração do quartzo, principal mineral não-plástico comumente presente em matérias primas argilosas (GOULART, 2004).
3. A escala atribuída a cada uma das frações, referem-se a malha de cada uma das peneiras de acordo com a escala de Tyler e representam respectivamente as seguintes medidas em mm: 0,500mm, 0,180mm, 0,149mm, 0,105mm, 0,074mm, 0,062mm.
 4. Monocristalinos = constituídos por apenas um cristal de quartzo.
 5. Policristalinos = constituídos por vários cristais de quartzo no grão.
 6. Feição relativa a pasta amorfa argilosa distribuída de maneira uniforme entre os grãos minerais presentes na lâmina de seção delgada promovida a partir do corte de fragmento cerâmico.
 7. O conjunto de 18 lâminas divide-se em 6 (seis) provenientes do sítio Rodrigues Furtado, e 12 (doze) do sítio Inhazinha, sendo 6 (seis) provenientes da Zona 01 e 6 (seis) provenientes da Zona 02.
 8. O conjunto de 72 lâminas, divide-se em 24 (vinte e quatro lâminas) provenientes do fracionamento realizado por meio das malhas #32, #80, #100, #150, #200 e #250 da escala Tyler, em cada uma das amostras obtidas por meio dos perfis sedimentológicos P1A1, P1A2, P2A1 e P2A2 realizados no entorno do sítio Rodrigues Furtado e 48 (quarenta e oito lâminas) provenientes do fracionamento similar realizado em cada uma das amostras obtidas nos perfis P3A1, P3A2, P4A1, P4A2, P5A1, P6A1, P6A2 e P7A1 realizados no entorno do sítio Inhazinha.
 9. Tais análises foram realizadas junto ao Laboratório de Petrografia Sedimentar do Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, sob a orientação da *Professora Dra^a Liliane Janikian Paes de Almeida* que me auxiliou na descrição mineralógica de cada uma das lâminas.
 10. **Clivagem:** Propriedade que certos minerais possuem de se dividirem mais facilmente segundo certos planos paralelos, do que segundo outras direções (KLEIN & DUTROW, 2012).
 11. **Fatura concooidal:** Fratura cuja superfície apresenta cristas ou depressões suaves, algo semelhante na forma à superfície interna de uma concha bivalve (KLEIN & DUTROW, 2012).
 12. **Fatura de cisalhamento:** Fratura decorrente do deslizamento de parte de um corpo mineral rochoso ao longo de outra parte em uma fratura. (WEISZFLOG, 2012 *apud* MAGALHÃES, 2015).
 13. **Fatura fibrosa:** Fratura que resulta numa superfície que se mostra fibrosa (KLEIN & DUTROW, 2012).
 14. **Fatura serrilhada:** Fratura que resulta em arestas recortadas e afiadas (KLEIN & DUTROW, 2012).
 15. **Fatura irregular:** Fratura que produz superfícies rugosas e irregulares (KLEIN & DUTROW, 2012).
 16. **Fatura indireta:** Resulta de violência exterior em ponto diferente do que foi produzida (WEISZFLOG, 2012 *apud* MAGALHÃES, 2015).
 17. O sítio Inhazinha registra a ocorrência de 09 mãos-de-pilão e 03 almofarizes de Gnaiss (MEDEIROS, 2007); O

sítio Rodrigues Furtado registra a ocorrência de 09 mãos-de-pilão e 02 almofarizes de Gnaiss (MEDEIROS, 2007); O sítio Silva Serrote registra a ocorrência de 01 mão-de-pilão e 01 almofariz de Gnaiss (FIGUEIREDO, 2008); O sítio Menezes registra a ocorrência de 01 mão-de-pilão e 01 almofariz de Gnaiss (FIGUEIREDO, 2008).

Referências

- ALVES, Márcia Angelina. **Estudo do sítio Prado – um sítio lito-cerâmico colinar**. 1982. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.
- _____. **Análise cerâmica: estudo tecnopológico**. 1988. Tese de Doutorado - Departamento de Antropologia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1988.
- _____. O emprego de microscopia petrográfica, difratometria de raios X e microscopia eletrônica no estudo da cerâmica pré-colonial do Brasil. VII Reunião científica da Sociedade de Arqueologia Brasileira, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. **Revista de Arqueologia**, Universidade de São Paulo, São Paulo, 8, p. 27-47, 1994/95.
- _____. Estudo de cerâmica pré-histórica no Brasil: das fontes de matéria-prima ao emprego de microscopia petrográfica, difratometria de raios X e microscopia eletrônica. **Clio – Série Arqueológica**, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1, p. 12-86, 1997.
- _____. **Assentamentos e cultura material indígena anteriores aos contatos no sertão da farinha podre, MG, e Monte Alto, SP**. 2009. Tese de Livre-docência - Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- ALVES, Márcia Angelina; GIRARDI, Vicente Antônio Vitorino. Confeções de lâminas microscópicas e o estudo da pasta cerâmica. **Revista de Pré-História**, Universidade de São Paulo, São Paulo, 7, p. 150-162, 1989.
- BOURDIEU, Pierre. Esboço de uma teoria da prática. In: ORTIZ, R (Org.). **Pierre Bourdieu**. São Paulo: Ática, Coleção Grandes Cientistas Sociais, 1994.
- CHMYZ, Igor. **Terminologia arqueológica brasileira para a cerâmica**. Centro de Ensino e Pesquisa Arqueológica. Manuais de Arqueologias n° 1, Curitiba, parte I, 1966.
- CREMONTE, Maria Beatriz. **Caracterizaciones composicionales de pastas cerámicas de los sitios Potrero-Chaquiago e Ingenio del Arenal Médanos (Catamarca)**. SHINCAL, 3 Tomo 1: p. 33-47. UNCA. San Fernando de Catamarca, 1991.
- FAGUNDES, Marcelo; ALVES, Márcia Angelina; GOULART,

Evaristo Pereira. Análise técnica da cerâmica do sítio Rezende, Centralina, Minas Gerais – microscopia ótica, espectrometria de difratometria de raios X. **CANINDÉ** – Revista do Museu de Arqueologia de Xingó, Universidade Federal de Sergipe, 10, p. 169-189, 2007.

FIGUEIREDO, Marina Teixeira. **Estudos da cultura material lítica e cerâmica dos sítios Silva Serrote e Menezes: análise das cadeias operatórias dos vestígios de culturas pré-coloniais do alto Paranaíba, Minas Gerais**. 2008. Dissertação de Mestrado, Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

GOULART, Evaristo Pereira. Técnicas instrumentais para a caracterização mineralógica e microestrutural de materiais cerâmicos arqueológicos. **CANINDÉ** – Revista do Museu de Arqueologia de Xingó, Universidade Federal de Sergipe, n. 4, p. 249-271, 2004.

KLEIN, Cornelis; DUTROW, Barbara. **Manual de ciências dos minerais**. Tradução e revisão técnica: Rualdo Menegat. - 23. Ed. – Porto Alegre: Bookman, 2012.

MAGALHÃES, Wagner. **Estudo arqueométrico dos sítios arqueológicos Inhazinha e Rodrigues Furtado, município de Perdizes/MG: da argila à cerâmica... possíveis conexões entre os vasilhames cerâmicos e as fontes argilosas**. 2015. Dissertação de Mestrado em Arqueologia - Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

MEDEIROS, João Cabral de. **Cultura material lítica e cerâmica das populações pré-coloniais dos sítios Inhazinha e Rodrigues Furtado, município de Perdizes, MG: estudo das cadeias operatórias**. 2007. Dissertação de Mestrado - Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, 2007.

MIDDLETON, Andrew. Ceramic petrography. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, Universidade de São Paulo, São Paulo, Suplemento 2: 73-79, 1997.

ORTON, Clive.; HUGHES, Michael. **Pottery in Archaeology**. Ed. Clive Orton, Institute of Archaeology, University College London, Michael Hughes, The British Museum, Second Edition. Cambridge University Press, 2013.

SHEPARD, Anna Osler. **Ceramics for the Archaeologist**. Washington DC, Carnegie Institution of Washington, 6. ed., 1968.

SUGUIO, Kenitiro. **Geologia sedimentar**. São Paulo: Edgard Blucher, 2003.