

Micromorfologia de depósitos arqueológicos

Ximena Suárez Villagrán*

VILLAGRÁN, X. S. Micromorfologia de depósitos arqueológicos. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, São Paulo, Suplemento 8: 197-205, 2009.

Resumo: A micromorfologia de depósitos arqueológicos está ocupando progressivamente um lugar primordial nas pesquisas geoarqueológicas. Considerada o complemento muitas vezes necessário das técnicas sedimentológicas padrão, esta ferramenta de análise representa o nexo campo-laboratório ao habilitar a observação na escala microscópica da realidade descrita a partir da avaliação dos perfis estratigráficos no campo e dos dados quantitativos obtidos no laboratório. Neste artigo, os fundamentos da técnica são apresentados com um protocolo para a correta amostragem, secagem, impregnação e laminação de amostras arqueossedimentares para análise micromorfológica, que leva em consideração a natureza dos materiais e os objetivos da pesquisa.

Palavras-chave: Micromorfologia – Sedimentos arqueológicos – Geoarqueologia.

1. Introdução

Desde a década de 1990 tem aparecido nos meios de divulgação científica uma grande quantidade de pesquisas que utilizam a micromorfologia de solos na resolução de ampla diversidade de questões arqueológicas. Estas questões estão principalmente relacionadas à identificação e caracterização de pisos de ocupação vinculados a diversas atividades dentro dos sítios (Gé *et al.* 1993; Goldberg; Whitbread 1993; Gebhardt; Langohr 1999; Courty 2001; MacPhail *et al.* 2004), ao reconhecimento de atividades agrícolas (MacPhail *et al.* 1990a) ou pesqueiras (Simpson *et al.* 2000), aos processos de formação de sítio (Simpson; Barret 1996; Matthews *et al.* 1997; Simpson *et al.* 1999; Creemengs 2005), às mudanças paleoambientais registradas nos sedimentos arqueológicos (Karkanas 2002), aos tipos de combustíveis utilizados nos depósitos (Simpson *et al.* 2003), entre outros diversos temas de estudo.

Mas a micromorfologia não é uma ciência em si mesma, senão uma ferramenta de pesquisa

que permite o estudo de amostras intactas de solos e sedimentos com a ajuda de técnicas de microscopia (Delvigne 1998). Foi originalmente formulada por Kubiena na década de 1930, e sua primeira aplicação em arqueologia remonta à década de 1950 com os trabalhos de Cronwall (1958) e Darlymple (1958) que demonstraram a utilidade desta técnica em estudos paleoambientais e geocronológicos. Não obstante, foi na década de 1980 que floresceram suas aplicações em arqueologia com a publicação dos primeiros trabalhos de autores como Goldberg (1979; 1983), MacPhail (1983) e Courty (1983).

A micromorfologia estuda os constituintes de solos e sedimentos e suas relações (tipos de organizações, hierarquias entre componentes e cronologia das organizações) para identificar os processos responsáveis pela sua formação e transformação, assim como para explicar algumas de suas feições particulares. Trabalha com constituintes e organizações na ordem de medida dos mm e principalmente dos μm e trata-se de uma técnica de laboratório complementar entre as análises físicas, químicas e mineralógicas, que não pode estar desvinculada do trabalho de campo prévio.

O valor da micromorfologia dentro das pesquisas geoarqueológicas está na sua capacidade

(*) Museu de Arqueologia e Etnologia (MAE-USP).
Mestrado. Bolsista FAPESP. villagran@usp.br.

de responder a uma ampla variedade de questões que não se alcançam através das técnicas de laboratório padrão (Courty *et al.* 1989; MacPhail *et al.* 1990b; Davidson *et al.* 1992; Matthews *et al.* 1997; MacPhail; Cruise 2001; Courty 2001; Courty; Fedoroff 2002), principalmente relacionadas com a atuação conjunta de agentes humanos e naturais na formação e transformação dos sedimentos arqueológicos.

A utilização da micromorfologia em geoarqueologia pode ser fundamental para alcançar um melhor e mais completo conhecimento dos processos de formação de sítio, já que permite identificar as relações entre os constituintes dos sedimentos arqueológicos, assim como as hierarquias entre os processos atuantes na sua configuração (processos deposicionais, pós-deposicionais, naturais e antrópicos). Da mesma maneira, a análise na escala microscópica proporciona o nexo campo-laboratório (Solé 1991) que habilita a observação direta tanto da realidade qualitativa descrita em campo (através da descrição dos perfis), como dos dados físicos e composicionais quantitativos obtidos no laboratório.

Atualmente, a micromorfologia de depósitos arqueológicos encontra-se numa conjuntura de trajetórias divergentes, herdadas de duas disciplinas das ciências da Terra, a pedologia e a sedimentologia. Porém, diferentemente da micromorfologia de solos e da petrografia sedimentar, interessadas pela dinâmica das organizações pedológicas e sedimentares respectivamente, a micromorfologia de depósitos arqueológicos integra ambas as abordagens outorgando uma dimensão original aos estudos micromorfológicos. Ela vincula-se às transformações de solos e sedimentos pelas atividades humanas (Courty; Fedoroff 2002), elemento quase sempre ignorado pela sedimentologia e vinculado exclusivamente às práticas agrícolas na pedologia.

A micromorfologia está atualmente experimentando um momento de glória e ampla difusão, principalmente por esforços em colocar a técnica como panacéia dos problemas geoarqueológicos. Porém, dado os altos custos que exige, tanto em campo e laboratório como em formação de pessoal especializado, esta técnica deve ser aplicada com objetivos claros, e sempre como técnica complementar para compreender o papel da ação antrópica na configuração do registro arqueossedimentar.

2. Fundamentos

O estudo microscópico de lâminas delgadas de solos e sedimentos, finalidade da micromorfologia, fundamenta-se na obtenção em campo de amostras não perturbadas. Isto é geralmente feito mediante a utilização de caixas de amostragem que se introduzem no perfil estratigráfico dos sítios para extrair blocos de material inalterado.

O tamanho das amostras vai depender da natureza do perfil sob estudo e dos objetivos da pesquisa, ao mesmo tempo relacionado com o tamanho de lâmina que se queira obter. Geralmente as lâminas de tamanho “mamut” são as mais usadas em micromorfologia (13,5 x 6,5 cm), mas lâminas de dimensões médias (7,5 x 4,5 cm) também podem ser usadas, todas elas com entre 25 e 30 μ m de espessura.

As caixas de amostragem devem sempre ter pelo menos um centímetro a mais que o tamanho de lâmina desejada; por exemplo, para confecção de lâminas mamut a caixa deve ter no mínimo 14,5 x 7,5 cm. A espessura das caixas deve ser sempre de pelo menos 5,0cm e estas podem ser de alumínio (conhecidas como “caixas de kubiena”), ou de papel cartão, dependendo da fragilidade do sedimento amostrado. As caixas de papel cartão além de ser economicamente favoráveis não precisam ser retiradas na impregnação, diferentemente das caixas de Kubiena que devem ser desmontadas.

Blocos irregulares de sedimento inalterado também podem ser extraídos do perfil sem a ajuda das caixinhas de amostragem, especialmente em sedimentos muito compactos e com inclusões líticas ou cerâmicas que impedem a introdução das caixinhas. Em outros casos podem se esculpir os blocos no perfil e cobrir-se com gesso que cura *in situ*, o que permite a retirada e transporte de amostras maiores. Deve-se lembrar que a caixa tem principalmente uma função de proteção do material durante amostragem e transporte até o laboratório, principalmente em amostras friáveis e incoesas, mas sua utilização não é obrigatória em micromorfologia.

Para amostragem, um bloco de material sedimentar, com as dimensões do recipiente de amostragem, deve ser esculpido cuidadosamente no perfil. Este processo requer de extrema paciência e precisão, pelo qual não deve nunca ser deixado como última tarefa após um dia de trabalho de campo. Para esculpir o bloco, e para

liberá-lo quando estiver pronto, é suficiente uma boa faca de cozinha de entre 15cm a 20cm de comprimento. Uma vez obtido o bloco, encaixa-se o recipiente de amostragem nele e efetua-se a extração da amostra do perfil. Uma vez extraída,

a amostra deve ser embrulhada com filme de PVC (“magic pack”) e fita crepe, sempre indicando a orientação dos blocos no perfil com uma flecha, para ser finalmente colocada no recipiente onde será transportada até o laboratório.



Fig. 1. Procedimento de amostragem para micromorfologia: 1) escultura do bloco, classificação, e orientação no perfil. 2) extração. 3) acondicionamento da amostra.

A escolha das posições de amostragem ao longo de um perfil já fotografado e descrito, geralmente é realizada com o objetivo de abranger a totalidade das mudanças estratigráficas que nele se observam, com ênfase nos limites entre camadas (Courty *et al.* 1989; Goldberg; MacPhail 2003). Porém, a amostragem também pode ser feita para responder perguntas pontuais sobre a natureza das unidades arqueostratigráficas ou arqueofácies que compõem o perfil, a possível existência de pisos de ocupação, o significado de uma coloração específica no sedimento etc.



Fig. 2. Exemplo de localização dos blocos de amostragem para micromorfologia em perfil estratigráfico. Sítio Jabuticabeira II (Jaguaruna II, Santa Catarina).

3. Preparação das amostras no laboratório

Solos e sedimentos são materiais friáveis que devem ser endurecidos para confecção de lâminas delgadas. Três são os passos fundamentais na preparação de amostras para micromorfologia: secagem, impregnação e laminação. Cada uma destas etapas deve ser desenhada em função da natureza dos sedimentos amostrados para minimizar as possíveis alterações da fábrica¹ original ao longo do processo de elaboração dos blocos impregnados.

Existe uma extensa bibliografia disponível sobre secagem e impregnação de amostras de solos para estudos micromorfológicos (Brewer 1964; Conway 1982; Murphy 1982, 1985, 1986; Castro 1985; Chartres *et al.* 1989; Moran *et al.* 1989; de Paula *et al.* 1991; Carter 1993; Fitzpatrick 1993; Filizola; Gomes 2004), que pode guiar nos procedimentos mais adequados de acordo à natureza das amostras. Não obstante, sempre é recomendável coletar blocos inalterados

(1) O termo “fábrica” é definido por Bullock *et al.* (1985) como a organização total do solo, expressada pelo arranjo espacial dos componentes do solo (sólido, líquido, gasoso), e sua forma, tamanho e frequência, considerados do ponto de vista funcional, genético e evolutivo.

adicionais que permitam ensaiar e elaborar o procedimento de secagem e impregnação que melhor se ajuste ao material amostrado.

As resinas utilizadas para impregnação de amostras incoesas são hidrofóbicas, portanto a água deve ser totalmente removida dos sedimentos. Na maioria dos laboratórios a secagem das amostras se realiza ao ar durante aproximadamente 48 horas, ou até que o peso se torne constante, e na estufa a temperatura baixa (40º C no máximo) até a amostra secar completamente. Este procedimento de secagem é altamente eficiente em areias ou siltes que não sofrem encolhimento na estufa, mas para materiais muito orgânicos ou ricos em argilas expansivas, que na estufa sofreriam severas diminuições no seu volume² com produção de gretas artefatuais, é recomendado o uso de acetona, especialmente na sua forma líquida, para substituir a água nos poros prévia à impregnação das amostras (para maior informação sobre secagem por substituição com acetona ver Murphy 1982, 1985, 1986; Conway 1982; Chartres *et al.* 1989; Moran *et al.* 1989; Carter 1993).

O material de impregnação ideal deve cumprir cinco requisitos fundamentais (Brewer 1964; Murphy 1986): ter baixa viscosidade; se diluir em acetona ou álcool; secar em bloco rígido sem requerer de condições extremas; não mudar a estrutura física das amostras; ser totalmente isotrópico e incolor na secção delgada; e não emitir vapores daninhos.

Dois resinas são frequentemente utilizadas na impregnação de solos e sedimentos: as de poliéster e as de epóxi. Estas são misturadas com um material diluente, para aumentar sua viscosidade, mais o catalizador (para polimerização) que favorecerá sua cura em material rígido. Embora a resina de poliéster permita obter os melhores resultados em termos de impregnação, o monômero de estireno utilizado como agente diluente é altamente tóxico, o que tem provocado o abandono do seu uso em laboratórios especializados. Porém, a resina de epóxi comercialmente conhecida como Araldite, menos nociva à saúde e não

destrói a matéria orgânica contida no solo ou sedimento (dissolvida pelo monômero de estireno), também demonstrou resultados satisfatórios e tem sido adotada como substituto das resinas de poliéster na maioria dos laboratórios de micromorfologia.

A solução de impregnação (resina + endurecedor + diluente) é preparada num béquer com auxílio de um bastão de vidro e sempre na capela. A proporção entre componentes da solução dependerá da resina escolhida. Em termos gerais, para resina poliéster a proporção é: 55% polylite, 45% monômero de estireno, 3% catalizador peróxido de metil-etil-cetona por 100g de resina (Castro 1985; de Paula *et al.* 1991). Para a resina Araldite às proporções são as seguintes: 50% em peso de Araldite, 5% de endurecedor e 45 ± 5% de álcool anidro ou acetona (de Paula *et al.* 1991).

Para impregnação, as amostras são colocadas em bandejas de plástico resistente ou alumínio dentro de um dissecador conectado a uma bomba de vácuo com uma pressão negativa de aproximadamente 17 libras/pol². A utilização de vácuo facilitará a ascensão capilar e favorecerá a penetração total da resina nos poros. Através de uma abertura na tampa do dissecador coloca-se um funil de decantação que permitirá o ingresso paulatino da resina no recipiente que contém a amostra. O gotejamento de resina deve ser controlado por uma presilha de controle de fluxo presa ao tubo flexível de gotejamento. Deve-se lembrar que a resina nunca deve ser vertida diretamente sobre a amostra, mas na base do recipiente onde será absorvida por capilaridade. Também se deve cuidar que o nível de resina no recipiente nunca ultrapasse a frente de molhamento na amostra.

O procedimento de impregnação a vácuo continua até o bloco ficar totalmente molhado e coberto de resina, o que leva aproximadamente 8 horas. Após a impregnação, a amostra é deixada no dissecador por algumas horas e colocada numa capela por 48 horas, onde começa o processo de cura. Posteriormente, é colocada na estufa a 40-50º C durante 5 a 6 dias até atingir a completa polimerização. Os tempos de cura apresentados neste trabalho são aproximados, já que são altamente dependentes do tipo de resina utilizado na impregnação. A resina poliéster, por exemplo, tem uma cura mais lenta que pode levar até um mês, enquanto a resina araldite pode curar em até 48 horas.

(2) A secagem ao forno produz um encolhimento de um 14% em amostras argilosas, isto não só provoca a redução na quantidade de poros, mas também corta sua continuidade, o que impossibilita a impregnação total inclusive a alto vácuo (Murphy 1986).

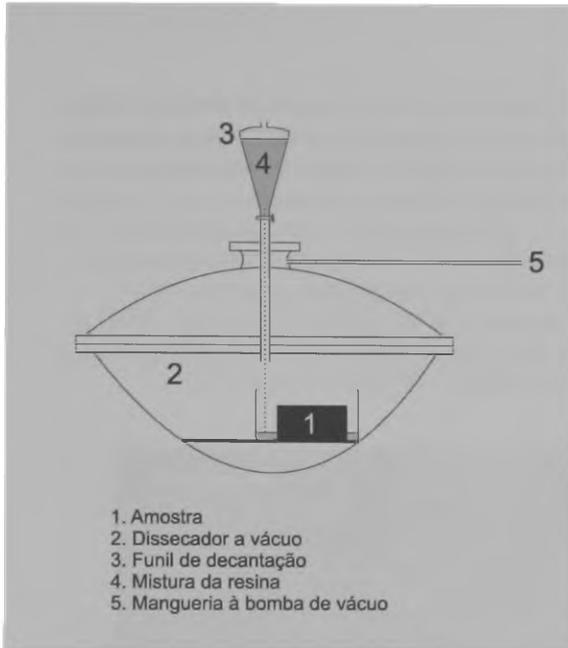


Fig. 3. Esquema de impregnação no laboratório de amostras de solos e sedimentos para micromorfologia, adaptado de Courty et al. (1989:59).

Em algumas ocasiões a resina não alcança impregnar a totalidade do bloco (ver figura 4), por causa de alta viscosidade na solução de impregnação ou por alta concentração de materiais finos na amostra. Nestes casos, pode se pingar a resina manualmente ou no vácuo naqueles locais que sofreram impregnação

incompleta. Este procedimento, embora permita a correção de uma impregnação insuficiente, provoca alterações da fábrica original e deve ser evitado mediante o desenho de um procedimento de impregnação eficiente.

Finalmente, a laminação dos blocos é feita com ajuda de uma serra adiamantada para obter plaquetas de aproximadamente 5mm de espessura. Essas plaquetas são coladas em lâmina de vidro com bálsamo de Canadá. As lâminas são posteriormente afinadas e polidas até alcançar a espessura de $\pm 30\mu$. Lamínulas podem ser coladas em função dos objetivos da análise.

O procedimento de laminação pode ser feito em qualquer laboratório de laminação de rochas ou de solos consolidados, com a única variante de que em laboratórios de rochas as lâminas vão ser de dimensão petrográfica (2,5cm x 4,5cm) e em laboratórios de solos serão de superfície maior, o qual é mais recomendável para estudos micromorfológicos. No Estado de São Paulo, existem dois laboratórios especializados na confecção de lâminas delgadas de solos e sedimentos que oferecem serviços de impregnação e laminação no tamanho mamut (o mais recomendado para análise micromorfológica): o Laboratório de Micromorfologia de Solos da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP); e o Laboratório de Solos do Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

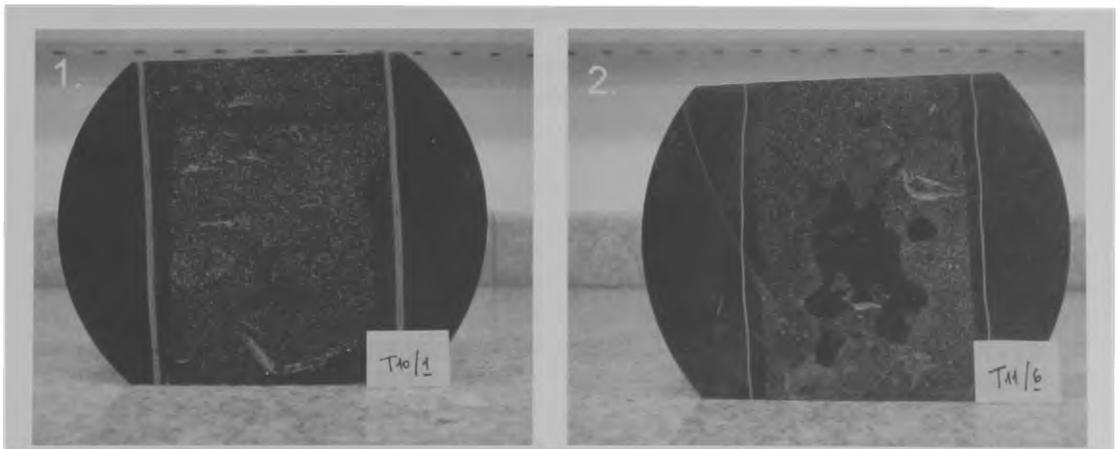


Fig. 4. Fotografias e dois blocos impregnados e serrados. O bloco à direita (1) foi impregnado completamente, ou seja, a resina conseguiu penetrar com sucesso na totalidade dos poros. O bloco à esquerda (2) sofreu uma impregnação incompleta e deverá ser impregnado novamente, mas com menor chance de sucesso e maior alteração da fábrica original.

4. Análise

A análise micromorfológica é realizada com a ajuda de lupas e de microscópios ópticos de luz polarizada em aumentos de x2,5 até x400, tanto em Luz Plana Polarizada (PPL), Luz Polarizada Cruzada (XPL) e Luz Incidente Oblíqua (OIL). A combinação de diferentes formas de iluminação permite realizar um número considerável de testes ópticos sobre os materiais estudados que

respaldarão sua identificação. As lâminas também podem ser submetidas à microscopia eletrônica de varredura (MEV) e à microanálise, desde que não estejam recobertas por lamínula.

A descrição deve ser feita de acordo com os guias internacionalmente estabelecidos para a análise micromorfológica, principalmente o manual de Stoops (2003), Bullock *et al.* (1985) e o de Courty, Goldberg e MacPhail (1989) para a interpretação de materiais arqueológicos.

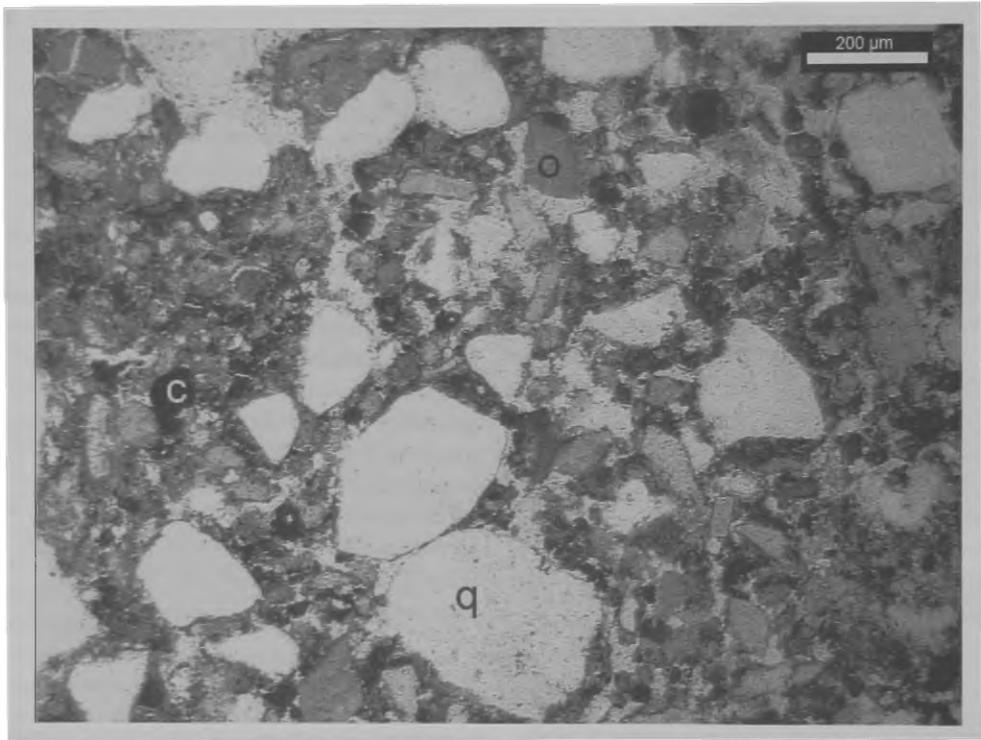


Fig. 5. Fotomicrografia em PPL da camada preta que recobre o Sítio Jabuticabeira II. Observam-se grãos de quartzo (q), fragmentos de carvão © e diversos fragmentos de osso (o).

5. Considerações finais

O poder de resolução da micromorfologia, em questões relacionadas com a identificação das transformações antrópicas em solos e sedimentos naturais e em sedimentos arqueológicos, é inquestionável. A capacidade de observar na escala microscópica os componentes sedimentares, suas relações e hierarquias, vai indefectivelmente outorgar informações valiosas para o conhecimento dos processos de formação e transformação dos depósitos arqueológicos.

Porém, nada é tão simples e perfeito em micromorfologia. Frequentemente esta técnica peca em não outorgar uma base sólida e clara que permita a interpretação cultural, objetivo da nossa disciplina, a partir desse registro microscópico. Até que ponto informações na escala dos µm vão nos prover de ferramentas interpretativas na escala de uma população humana? Como pode a observação de feições microscópicas auxiliar no entendimento das relações sociais e da estrutura econômica de uma sociedade? É extremamente necessário que a geoarqueologia, como disciplina

interface entre as ciências naturais e as ciências humanas, consiga construir essa ponte entre a descrição e análise de atributos físicos e químicos relacionados com processos naturais (e neste caso microscópicos) e a interpretação de comportamentos humanos.

A micromorfologia por si mesma não soluciona a vida do geoarqueólogo, como muitos autores tentam colocar, e sua aplicação cega não

garante o sucesso da pesquisa. O geoarqueólogo, como arqueólogo, sempre deverá atuar como *link* entre a valorização do mundo empírico e a elucidação do mundo comportamental, valendo-se de ferramentas analíticas geocientíficas (como a geoquímica, a micromorfologia, a microscopia eletrônica de varredura entre outras), mas também de artifícios interpretativos para alcançar a tão anelada explicação cultural.

VILLAGRÁN, X. S. Micromorphology of archaeological deposits. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, São Paulo, Suplemento 8: 197-205, 2009.

Abstract: Micromorphology of archaeological deposits is progressively acquiring a primordial place in geoarchaeological research. Frequently considered as a necessary complement of standard sedimentological techniques, this analytical tool represents the link between field and laboratory studies as it allows observation in the microscopic scale of stratigraphic profiles description made from field evaluation and quantitative data obtained from laboratory analysis. In this paper, the fundamentals of this technique are presented together with a protocol for the correct sampling, drying, impregnation and lamination of archaeosedimentary samples for micromorphological analyses, that considers the nature of the materials under study and the research objectives.

Keywords: Micromorphology - Archaeological sediments - Geoarchaeology

Referências bibliográficas

- BREWER, R.
1964 *Soil Structure and Fabric*. CSIRO Australian Division of Soils, Adelaide.
- BULLOCK, P.; FEDOROFF, N.; JONGERIUS, A.; STOOPS, G.; TURSINA, T.; BABEL, U.
1985 *Handbook for soil thin section description*. Waine Research Publications, Wolverhampton.
- CARTER, M.R.
1993 *Soil Sampling and Methods of Analysis*. Lewis Publishers, Boca Raton.
- CASTRO, S. S.
1985 Impregnação de amostras de solo para confecção de lâmina delgada. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, 10(2): 44.
- CHARTRES, C.J.; RINGROSE-VOASE, A.J.; RAUPAHM, M.
1989 A comparison between acetone and dioxane and explanation of their role in water replacement in undisturbed soil samples. *Journal of Soil Science*, 40: 849-863.
- CONWAY, J.S.
1982 A simplified method for impregnation of soils and similar clay-rich sediments. *Journal of Sedimentary Research*, 52: 650-651.
- CRONWALL, I.W.
1958 *Soils for the archaeologists*. Phoenix House, London.
- COURTY, M.A.
1983 Interpretation des aires de combustion par la micromorphology. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 80(6): 169-171.
2001 Microfacies análisis assisting archaeological stratigraphy. P. Goldberg, V.T. Holliday & C. Reid Ferring (eds.). *Earth Sciences and Archaeology*. Kluwer Academic/ Plenum Publishers, New York.
- COURTY, M.A.; GOLDBERG, P.; MACPHAIL, R.
1989 *Soils and Micromorphology in Archaeology*. Cambridge University Press, Cambridge.

- COURTY, M.A.; FEDOROFF, N.
2002 Micromorphologie des sols et sédiments archéologiques. Jean Claude Miskovsky (ed.). *Géologie de la Préhistoire*. Geopré, Presses Universitaires de Perpignan, Paris: 511-554.
- CREEMENGS, D.L.
2005 Micromorphology of Cotiga Mound, West Virginia. *Geoarchaeology*, 20(6): 581-597.
- DARLYMPLE, J.B.
1958 The application of soil micromorphology to fossil soils and other deposits from archaeological sites. *Journal of Soil Science*, 9: 199-205.
- DAVIDSON, D.A.; CARTER, S.P.; QUINE, T.A.
1992 An evaluation of Micromorphology as an aid to archaeological interpretation. *Geoarchaeology*, 7(1): 55-65.
- DE PAULA N; YAMAMOTO, J.K.; TOGNON, A.A.
1991 Seções delgadas de solos: Método de impregnação com resina plástica araldite. *Boletim do IGc-USP*, 9: 193-196.
- DELVIGNE, J.E.
1998 *Atlas of micromorphology of mineral alterations and weathering*. The Canadian Mineralogist, Special publication: 3. Ottawa, Ontario.
- FILIZOLA, H.F.; GOMES, M.A.F.
2004 Coleta e impregnação de amostras de solo para análise micromorfológica. *Embrapa: Comunicado Técnico*, 20: 1-4.
- FITZPATRICK, E.A.
1993 *Soil Microscopy and Micromorphology*. J. Wiley, New York.
- GÉ, T.; COURTY, M.A.; MATTHEWS, W.; WATTEZ, J.
1993 Sedimentary formations processes of occupation surfaces. P. Goldberg, D. T. Nash & M.D. Petraglia (eds.). *Formation Processes in Archaeological Contexts*. Prehistory Press. Madison: 149-163.
- GEBHARDT, A.; LANGHOR, R.
1999 Micromorphological study of construction materials and living floors in the medieval motte of Werken (West Flanders, Belgium). *Geoarchaeology*, 17 (7): 595-620.
- GOLDBERG, P.
1979 Micromorphology of sediments from Hayonim cave, Israel. *Catena*, 6: 167-181.
1983 Application of micromorphology in Archaeology. P. Bullock & C.P. Murphy (eds.). *Soil Micromorphology*. A.B. Academic Press, Berkshamsted: 139-150.
- GOLDBERG, P.; MACPHAIL, R.I.
2003 Short Contribution: Strategies and techniques in collecting Micromorphology samples. *Geoarchaeology*, 18(5): 571-578.
- GOLDBERG, P.; WHITBREAD, I.
1993 Micromorphological study of a bedouin tent floor. P. Goldberg, D.T. Nash & M.D. Petraglia (eds.). *Prehistoric Press, Madison. Formation Processes in Archaeological Context: 56-188.*
- KARKANAS, P.
2002 Micromorphological studies of greek prehistoric sites: New insights on the interpretation of the archaeological record. *Geoarchaeology*, 17(3): 327-259.
- KUBIENA, W.L.;
1938 *Micropedology*. Collegiate Press, Iowa.
- MACPHAIL, R.I.
1983 The micromorphology of dark earth from Gloucester, London and Norwich: an analysis of urban anthropogenic deposits from the Late Roman to Early Medieval periods in England. P. Bullock & C.P. Murphy (eds.). *Soil Micromorphology*. A.B. Academic Publishers, Berkshamsted: 245-252.
- MACPHAIL, R.I.; COURTY, M.A.; GEBHARDT, A.
1990a Soil Micromorphological evidence of early agriculture in North-West Europe. *World Archaeology*, 22(1): 53-69.
- MACPHAIL, R.; COURTY, M.A.; GOLDBERG, P.
1990b Soil micromorphology in archaeology. *Endeavour*, 14(4): 163-171.
- MACPHAIL, R.; CRUISE, J.
2001 The soil micromorphologist as team player: a multianalytical approach to the study of European microstratigraphy. P. Goldberg, V.T. Holliday & C. Reid Ferring. *Earth Sciences and Archaeology*. Kluwer Academic/ Plenum Publishers, New York: 241-267.
- MACPHAIL, R. I.; CRUISE, G.M.; ALLEN, M.J.; LINDERHOLM, J.; REYNOLDS, P.
2004 Archaeological soil and pollen analysis of experimental floor deposits; with special reference to Butser Ancient Farm, Hampshire, UK. *Journal of Archaeological Science*, 31: 175-191.
- MATTHEWS, W; FRENCH, C.A.I.; LAWRENCE, T.; CUTLER, D.F.; JONES, M.K.
1997 Microstratigraphic traces of site formation processes and human activities. *World Archaeology: High definition archaeology*, 29(2): 281-308.
- MORAN, C.J.; MCBRATNEY, A.B.; RINGROSE-VOASE, A.J.; CHARTRES, C.J.
1989 A method for the dehydration and impregnation of clay soil. *Journal of Soil Science*, 40: 569-575.

- MURPHY, C.P.
- 1982 A comparative study of three methods of water removal prior to resin impregnation of two soils. *Journal of Soil Science*, 19(33): 719-735.
- 1985 Faster methods of liquid-phase acetone replacement of water from soils and sediments prior to resin impregnation. *Geoderma*, 35: 39-45.
- 1986 *Thin section preparation of soils and sediments*. A B Academic Publishers, Berkhamsted.
- SIMPSON, I.A.; BARRET, J.H.
- 1996 Interpretation of midden formation processes at Robert's Haven, Caithness, Scotland using thin section micromorphology. *Journal of Archaeological Science*, 23: 543-556.
- SIMPSON, I.A.; MILEK, K.B.; GUOMUNDSSON, G.
- 1999 A reinterpretation of the great pit at Hofstaoir, Iceland using sediment thin section micromorphology. *Geoarchaeology*, 14(6): 511-530.
- SIMPSON, I.A.; PEDIRAKIS, S.; COOK, G.; CAMPBELL, J.L.; TEESDALE, W.
- 2000 Cultural sediment analyses and transitions in early fishing activity at Langensværet, Vesterålen, Northern Norway. *Geoarchaeology*, 15(8): 743-763.
- SIMPSON, I.A.; VESTEINSSON, O.; ADDERLEY P.W.; MACGOVERN, T.
- 2003 Fuel resource utilization in landscape settlement. *Journal of Archaeological Science*, 30: 1401-1420.
- SOLÉ, A.
- 1991 Micromorfología: Métodos y técnicas microscópicas aplicadas a la Arqueología. Asunción Vila (ed.). *Arqueología: Nuevas tendencias*. CSIC, Madrid: 23-43.
- STOOPS, G.
- 2003 *Guidelines for analysis and description of soil and regolith thin sections*. Soil Science Society.

Recebido para publicação em setembro de 2007