SANDRA NAMI AMENOMORI

"POTENCIAL ANALÍTICO DE SEDIMENTOS E SOLOS APLICADO À ARQUEOLOGIA"

Orientadora: Profa. Dra. Dorath Pinto Uchôa Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de Mestre em Arqueologia.

São Paulo 1999

Resumo

A discussão do potencial analítico de sedimentos e solos nas pesquisas arqueológicas é o objetivo principal deste trabalho, servindo para introduzir e/ou intensificar algumas dessas análises em sítios arqueológicos no Brasil.

Inicialmente, foram tratados os atributos básicos para identificar e diferenciar solos de sedimentos de maneira a reconhecer alguns parâmetros para a sua leitura e registro, com os conceitos básicos vindos das geociências.

As diversas análises, como a geoquímica, a micromorfologia, restos vegetais, microartefatos e datações (C14, TL, OSL, Potássio-Argônio e Urânio-Tório); foram selecionadas segundo critérios de abordagem do próprio tema, cujo enfoque se dá no sedimento e no solo além da bibliografia existente. Observa-se que a análise faunística, propositadamente não foi inserida ao texto, visto estar a zooarqueologia bem fundamentada nas pesquisas arqueológicas no Brasil.

Os dois sítios arqueológicos citados neste trabalho — O Sítio Mar Virado (Sítio pescador-coletor) e o Sítio Areia Branca 6 (Sítio-cemitério dos antigos Kaingang), serviram para exemplificar a realização de algumas das análises e a proposição de outras, observando seus métodos de coleta e os potenciais analíticos considerados.

No caso do Sítio Areia Branca 6, a análise do fosfato em campo e laboratório auxiliou a identificar as falhas na estratégia de coleta, onde não se permitiu obter resultados comparativos que servissem como indicadores da localização do "corpo do indivíduo" no montículo estudado. Apesar disto, os resultados obtidos foram importantes por servirem de referência para as futuras pesquisas. Uma questão importante é observar que os resultados de laboratório coincidiram com as de campo, isto é, os valores apresentados no montículo variaram da mesma forma que os testes em campo.

Considera-se que todas as informações obtidas no sedimento e solo não são apenas complementares e sim novos dados para a interpretação do registro arqueológico.

ABSTRACT

The aim of this work is to discuss the analytical potential of sediment and soil analysis in archaeological research. It aims also to introduce and intensify such analyses in Brazilian archaeology.

Sediments and soils were defined based on attributes appropriated from the geosciences. Following that, there is a discussion of the different types of analysis that can be done with such materials. These analyses include: geochemistry, micromorphology, vegetal remains (polen grains, phytolits and diatoms) and microartifacts. This discussion includes also the different ways through which such materials can be dated.

Two Brazilian archaeological sites – "Mar Virado" and "Areia Branca 6"; were chosen as examples of how to carry out some of these analyses as well as to propose others. Regardless from the results, such results will be useful as a reference in future research. It is my goal here to demonstrate that such studies should not be seen as complementary but rather fundamental in archaeology because they bring an unique set of information.

AGRADECIMENTOS:

Agradeço aos meus mestres, amigos e parentes, todos que cito com orgulho e respeito, os quais contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

Inicialmente, agradeço ao Museu de Arqueologia e Etnologia da USP por todos os recursos recebidos desde o início até o final do trabalho, e à todas as pessoas desta instituição que sempre me apoiaram.

À Profa. Dra. Dorath Pinto Uchôa, minha orientadora, não tenho palavras para expressar minha gratidão pelas oportunidades recebidas para a realização deste trabalho.

Meus agradecimentos especiais ao Prof. Astolfo G. de Araújo, pela coorientação, sem a qual eu não teria condições de realizá-lo; à Silvia Cristina
Piedade, minha querida amiga e mestra, que me acompanhou em todos os passos
desde o início, devo tudo a você; à Luciane Miwa Kamase, minha amiga, irmã de
todas as horas, eu não tenho nem palavras para agradecer por todo o seu apoio,
carinho e amizade, sempre me ajudando nos piores momentos. É a amiga que todos
gostariam de ter; à Profa. Dra. Marisa Coutinho Afonso, pela paciência, orientações e
dicas durante toda a realização do trabalho; à Andreas Kneip e Christophe Falguere,
pelas orientações e os textos a respeito de datações; à Miriam A. Garavelli, da
Polícia Científica de São Paulo, pela grande consideração e pelas informações a
respeito das análises geoquímicas; à Fábio de Freitas e Cláudio Tsutsumi, pelo
apoio e pelas dicas a respeito das análises de restos vegetais e pela força; à Sérgio
Francisco Monteiro da Silva, pela amizade e pelas dicas dadas durante toda a
realização deste trabalho; à Paulinho Jacob e Dária E. Barreto, meus grandes
companheiros de laboratório, pelo apoio e carinho.

Ao Prof. Dr. Denis Vialou e à Profa. Dra. Águeda V. Vialou, meus mestres, agradeço por todos os ensinamentos em arqueologia.

Ao Dr. John Crowther, Consultor do Centre for Research and Environment e Health e do Paleoenvironment Research Center, Universidade de Wales, Lampeter, pelas orientações dadas aos testes de fosfato, análise das amostras de sedimento e fornecimento de publicações das pesquisas mais recentes desenvolvidas nesta área.

Aos Prof. Dr. Paulo D. De Blasis e Profa. Dra. Erika M.R. Gonzalez, por todo o suporte para testar algumas análises.

Ao Prof. Dr. Álvaro H. Alegrette e Walter Morales, pelas dicas e correções do texto final.

Ao Prof. Dr .Eduardo Neves e Prof. Dr. Levy Figuti, meus mestres, pelo apoio e suas amizades características.

Aos meus mestres no Japão; Prof. Mori, Profa Ishigami e Prof. Sakamoto, do Museu de Arqueologia da província de Yamanashi, pelos valiosos ensinamentos, pela amizade e por toda a consideração.

Aos meus amigos Cristina Demartini, Raquel Pacheco, Cristina Maffra; Janes Jorge, Job Lobo; Sandra Lacerda Campos, Cleide Franchi, Gilson Rambelli, Cecília Ichikawa. Miriam Cazzetta, Cibele E.V. Aldrovandi, pela força e amizade.

Um agradecimento especial à bibliotecária do MAE, Eleusa Gouvêa e à Denise Dal Pino, da Seção de Programação Visual, pela ajuda na finalização deste trabalho.

Ao apoio técnico do MAE, de Vera M. da Silva e todo o pessoal da biblioteca; Maria Francisca Pinheiro, da "XEROX", Amauri Pagnose e Mauro Rubens da Silva, da Seção de Informática; Gedley B. Braga, do Laboratório de Conservação e Restauro, pelas orientações e recomendações nas análises químicas, além de permitir a utilização do laboratório; à Wagner Souza e Silva, do Laboratório de Fotografia, pelas excelentes fotografias.

À Profa. Dra. M. Beatriz Florenzano, coordenadora da Seção de Pós-Graduação do MAE, pelo apoio logístico e administrativo.

À minha mãe, Kiyomi Amenomori e aos meus irmãos Jo, Guen e Miki e aos cunhados Neide e Hugo, que sempre estiveram ao meu lado me apoiando, com carinho e dedicação.

Ao meu marido Kim Joung Su, pelo carinho e compreensão.

Em memória do meu pai

SUMÁRIO:

	8
1 – OS PROCESSOS DE FORMAÇÃO DO REGISTRO ARQUEOLÓGICO	13
•	
2 SEDIMENTO E SOLO EM ARQUEOLOGIA	21
2.1 - SEDIMENTO	28
2.1.1 – Características dos sedimentos	28
Textura	29
Cor	
Composição Mineralógica	36
2.2 - SOLOS	37
2.2.1 - Características do solo	
Cor	
pH do solo	
Textura	
Estrutura	
Porosidade	
Consistência	
2.2.2 - Horizontes	
2.2.3 - Principais tipos de solos	
2.2.3.1 Latossolos	
2.2.2. Solos hidromórficos	
2.2.3.3 - Solos hidromórficos	
2.2.3.4 - Solos pouco desenvolvidos	59
	59
2.2.3.4 - Solos pouco desenvolvidos	59
2.2.3.4 - Solos pouco desenvolvidos	59 61
2.2.3.4 - Solos pouco desenvolvidos 3 - POTENCIAL ANALÍTICO DE SEDIMENTOS E SOLOS APLICADOS À ARQUEOLOGIA 3.1 - Análise química	59 61 62 62
2.2.3.4 - Solos pouco desenvolvidos 3 - POTENCIAL ANALÍTICO DE SEDIMENTOS E SOLOS APLICADOS À ARQUEOLOGIA 3.1 - Análise química 3.1.1 - Fostato	
2.2.3.4 - Solos pouco desenvolvidos 3 - POTENCIAL ANALÍTICO DE SEDIMENTOS E SOLOS APLICADOS À ARQUEOLOGIA 3.1 - Análise química 3.1.1 - Fostato	
2.2.3.4 - Solos pouco desenvolvidos 3 - POTENCIAL ANALÍTICO DE SEDIMENTOS E SOLOS APLICADOS À ARQUEOLOGIA 3.1 - Análise química 3.1.1 - Fostato	59 61 62 62 62 64 66
2.2.3.4 - Solos pouco desenvolvidos 3 - POTENCIAL ANALÍTICO DE SEDIMENTOS E SOLOS APLICADOS À ARQUEOLOGIA 3.1 - Análise química 3.1.1 - Fostato	59 61 62 62 62 64 66 70
2.2.3.4 - Solos pouco desenvolvidos 3 - POTENCIAL ANALÍTICO DE SEDIMENTOS E SOLOS APLICADOS À ARQUEOLOGIA 3.1 - Análise química 3.1.1 - Fostato	59 61 62 62 62 64 66 70 72
2.2.3.4 - Solos pouco desenvolvidos 3 - POTENCIAL ANALÍTICO DE SEDIMENTOS E SOLOS APLICADOS À ARQUEOLOGIA 3.1 - Análise química 3.1.1 - Fostato	59 61 62 62 64 66 70 72
2.2.3.4 - Solos pouco desenvolvidos 3 - POTENCIAL ANALÍTICO DE SEDIMENTOS E SOLOS APLICADOS À ARQUEOLOGIA 3.1 - Análise química 3.1.1 - Fostato	59 61 62 62 62 64 66 70 72 72 74
2.2.3.4 - Solos pouco desenvolvidos 3 - POTENCIAL ANALÍTICO DE SEDIMENTOS E SOLOS APLICADOS À ARQUEOLOGIA 3.1 - Análise química 3.1.1 - Fostato	59 61 62 62 62 64 66 70 72 72 72
2.2.3.4 - Solos pouco desenvolvidos 3 - POTENCIAL ANALÍTICO DE SEDIMENTOS E SOLOS APLICADOS À ARQUEOLOGIA 3.1 - Análise química 3.1.1 - Fostato	59 61 62 62 62 64 66 70 72 72 74 75
2.2.3.4 - Solos pouco desenvolvidos 3 - POTENCIAL ANALÍTICO DE SEDIMENTOS E SOLOS APLICADOS À ARQUEOLOGIA 3.1 - Análise química 3.1.1 - Fostato	59 61 62 62 62 64 66 70 72 72 72 75 75
2.2.3.4 - Solos pouco desenvolvidos 3 - POTENCIAL ANALÍTICO DE SEDIMENTOS E SOLOS APLICADOS À ARQUEOLOGIA 3.1 - Análise química 3.1.1 - Fostato 3.1.1.2 - Coleta de amostras 3.1.3 - Método de análise 3.1.4 - Pesquisas no Brasil 3.1.2 - Outros elementos químicos 3.1.2.1 - Definição e potencial analítico em arqueologia 3.1.2.2 - Métodos de análise 3.1.3 - Matéria orgánica 3.1.3 - Matéria orgánica 3.1.3 - Definição e potencial analítico em arqueologia 3.1.3 - Definição e potencial analítico em arqueologia 3.2 - Micromorfologia 3.2 - Coleta de amostras	59 61 62 62 62 64 66 70 72 72 72 75 78
2.2.3.4 - Solos pouco desenvolvidos 3 - POTENCIAL ANALÍTICO DE SEDIMENTOS E SOLOS APLICADOS À ARQUEOLOGIA 3.1 - Análise química 3.1.1 - Fostato 3.1.1.1 - Definição e potencial analítico em arqueologia 3.1.1.2 - Coleta de amostras 3.1.1.3 - Método de análise 3.1.1.4 - Pesquisas no Brasil. 3.1.2 - Outros elementos químicos 3.1.2.1 - Definição e potencial analítico em arqueologia 3.1.2.2 - Métodos de análise 3.1.3 - Matéria orgânica 3.1.3 - Matéria orgânica 3.1.3.1 - Definição e potencial analítico em arqueologia 3.2 - Micromorfologia 3.2.1 - Definição: 3.2.2 - Coleta de amostras 3.2.3 - Potencial analítico em arqueologia	59 61 62 62 62 64 66 70 72 72 75 78 78
2.2.3.4 - Solos pouco desenvolvidos 3 - POTENCIAL ANALÍTICO DE SEDIMENTOS E SOLOS APLICADOS À ARQUEOLOGIA 3.1 - Análise química 3.1.1 - Fostato	59 61 62 62 62 64 66 70 72 72 74 75 78 78 84
2.2.3.4 - Solos pouco desenvolvidos 3 - POTENCIAL ANALÍTICO DE SEDIMENTOS E SOLOS APLICADOS À ARQUEOLOGIA 3.1 - Análise química 3.1.1 - Fostato	59 61 62 62 62 64 66 70 72 72 74 75 78 78 88
2.2.3.4 - Solos pouco desenvolvidos 3 - POTENCIAL ANALÍTICO DE SEDIMENTOS E SOLOS APLICADOS À ARQUEOLOGIA 3.1 - Análise química 3.1.1 - Fostato	59 61 62 62 62 64 66 70 72 72 74 75 78 78 84 88
2.2.3.4 - Solos pouco desenvolvidos 3 - POTENCIAL ANALÍTICO DE SEDIMENTOS E SOLOS APLICADOS À ARQUEOLOGIA 3.1 - Análise química 3.1.1 - Fostato	59 61 62 62 62 64 66 70 72 72 74 75 78 78 84 88
2.2.3.4 - Solos pouco desenvolvidos 3 - POTENCIAL ANALÍTICO DE SEDIMENTOS E SOLOS APLICADOS À ARQUEOLOGIA 3.1 - Análise química 3.1.1 - Fostato	59 61 62 62 62 64 66 70 72 72 74 75 78 78 84 88

3.4.1.1 – Definição e potencial analítico em arqueologia	
3.4.1.2. – Coleta de Amostras	
3.4.1.3 - Identificação do pólen	
3.4.2 - Fitólitos	
3.4.2.1 – Definição:	
3.4.2.2. – Coleta de amostras:	
3.4.3 - Diatomáceas	
3.4.3.1 – Definição:	
3.4.3.2 Coleta de Amostras	
3.4.3.3. – Potencial analítico em arqueologia	
3.5 - Datação:	109
3.5.1 - Carbono 14	
3.5.1.1 – Técnica radiométrica convencional	
3.5.1.1.1- Princípio:	
3.5.1.2 - A M S	
3.5.1.2.1 – Princípio:	
3.5.2 - Luminescência	
3.5.2.1 - Termoluminescência	
3.5.2.1.1 Princípio:	
3.5.2.1.2 Coleta de amostras	115
3.5.2.2 - OSL	
3.5.2.2.1 - Princípio:	
3.5.2.2.2 - Coleta de amostra	
3.5.3 - Potássio-Argônio:	
3.5.3.1 - Princípio:	
3.5.4 – Urânio-Tório:	
3.5.4 – Uranio- i orio:	
3.5.4.2 – Coleta de Amostra	
4 - EXEMPLOS E PROPOSTAS DE APLICAÇÃO	
4 - EXEMPLOS E PROPOSTAS DE APLICAÇÃO	120
4.1 - O Sítio Mar Virado	122
4.1.1 - Localização e Caracterização Geoambiental da Área de Estudo	122
4.1.2 Histórico das pesquisa de campo:	127
4.1.3 - Estratigrafia do sítio e vestígios encontrados:	129
4.1.4 Exemplos e Proposta de aplicação dos métodos e técnicas para análise	
sitio	141
4.2 - O Sítio Areia Branca 6	145
4.2.1 - Localização e Caracterização Geoambiental:	
4.2.2 - Histórico das Pesquisas de Campo:	146
4.2.3 – Estratigrafia	
4.2.4 - Exemplos e Propostas de aplicação de métodos e técnicas para a análise	
sítio	150
CONSIDERAÇÕES FINAIS:	159
DIDLLOCDATIA.	464
BIBLIOGRAFIA:	

FIGURAS:	página
 1 – Efeitos da pedoturbação indicado no perfil estratigráfico do Sítio Mar Virado, Ubatuba,SP. 	15
2 – Cupinzeiros e formiguerios na área do Sítio Areia Branca,6. Itapeva/SP	16
3 – Efeitos da Zooturbação e da Fitoturbação	18
4 – Classe de textura de sedimento	29
5 – Guia para descrição de sedimentos arqueológicos	31
6 – Quadro comparativo de escalas granulométricas	32
7 - Gráficos de conversão para φ (fi) e diâmetro em conversão em mm	32
8 – Arredondamento e esfericidade do grão	32
9 – Profundidade do solo	33
10 - Tabela de Cores de Munsell e as cores mais utilizadas	39
11 - Leitura da Tabela de Cores	39
12 – Tiras indicadoras de pH	48
13 – Aparelho para medir o pH, o pHmetro	48
14 - Classe textural do solo	49
15 – Tipos de estrutura	51
16 – Perfil esquemático do solo	55
17 – Ciclo do Fosfato	66
17a – Estratégias de coleta de amostra	79
18 – Coleta de amostra indeformada com a caixa de metal "Kunbiena tin"	81
19 – Mapa Geral do Estado de SP com a localização dos sítios Mar Virado e Areia Branca 6	120
20 – Mapa geral do Litoral Norte com a localização da Ilha do Mar Virado	123
21 – Localização do Sítio Arqueológico Mar Virado	124
22 – Baía da Ilha do Mar Virado	125
23 – Vista da Mata de encosta com palmeiras	126
24 – Quadriculamento do sítio Mar Virado, com os perfis Longitudinal e Transversal	128
25 – Estratigrafia do Sítio Mar Virado	129
26 – Estratigrafia do Perfil Longitudinal	130
27 – Louça, metais, cachimbo e cerâmica com decoração corrugada	
e sem decoração	131
28 - Blocos de granitos utilizados como estrutura de casa	132
29 – Ouriço do mar, dentes de raia, moluscos, ossos de mamífero marinho, ossos de répteis e	e aves,
otólitos de roncador e bagre	134
30 – Sep 2 em conexão anatômica	135
31 – Sep 3 – sem conexão anatômica	135
32 – Sep 10 com carapaça de tartaruga	136
33 – Ossos de baleia cobrindo um sepultamento calcinado	136
34 – Sep.12 – enterrado entre dois blocos de granito	136
35 – Artefatos osteodontomalacológicos	137
36 – Artefatos líticos	138
37 – Mapa da localização do Sítio Areia Branca 6	145

38 – Perfil da estratigrafia natural	149
39 – Análise do fosfato – início e final da reação	152
40 – Concentração de fosfato na T3, Perfil Norte	152
41 – Análise do fosfato em laboratório e do pH na T1, Perfil Oeste	154a
42 – Coleta de amostra indeformada para a análise de micromorfologia	156
TABELA	página
1 – Lista dos minerais mais comuns arranjados	
segundo sua abundância relativa nos sedimentos	36
2 - pH do solo	47
3 – Comparação hipotética do potencial de preservação	
dos diferentes restos biológicos	96
4 - Deteriaorações predominantes e os processos responsáveis	102
5 - Materiais datáveis e a quantidade necessária em três	
laboratórios (Rafiter, Beta Analytic e Univ. of Texas)	111
6 – Materiais datáveis e a quantidade necessária	113
7 – Granulometria do sedimento coluvial dentro e fora do sítio	139
8 – Granulometria da Trincheira SE	140
9 – Análise do Fosfato Total (em mg/g)	149
APÊNDICES	página
Apendice 1 - Análise por Fracionamento	ti .
- Análise do volume de fósforo	IV
- Análise do fosfato total	V
Apêndice 2 - Outros elementos químicos	VIII
Apendice 3 - Técnica da Perda por Ignição	IX
Apêndice 4 - Microarterfatos	XII
Apêndice 5 - Pólen e Fitólitos	XV
- Diatomáceas	XVII

INTRODUÇÃO

A abordagem deste trabalho está centrada na potencialidade de diversas análises microscópicas inseridas na matriz do depósito arqueológico (o sedimento e o solo), para resolver principalmente as questões dos processos de formação do registro arqueológico sob a perspectiva da geoarqueologia e da arqueometria, com exemplos e propostas de aplicação em dois sítios arqueológicos: o Sítio Mar Virado e o Sítio Areia Branca 6, ambos no Estado de São Paulo.

O primeiro apresenta uma diversidade de vestígios arqueológicos identificando pelo menos três ocupações num mesmo espaço e o segundo não apresenta nenhum vestígio material, apenas os montículos de terra, cujas informações etnográficas e orais indicam ser um sítio-cemitério dos antigos Kaingang.

A importância destes dois sítios arqueológicos é verificada pelas suas potencialidades informativas, isto é, como as análises de sedimento e/ou solo poderão contribuir em cada um deles, pois muitas vezes, serão os únicos vestígios a serem tratados para inferir e interpretar o sítio.

A idéia de relacionar a arqueologia com as ciências naturais inicia-se na década de 60, quando L. Binford associado a antropólogos, arqueólogos e pré-historiadores, enfocaram os problemas teóricos e metodológicos, utilizando o registro arqueológico para inferir o comportamento humano.

Entretanto, com o desenvolvimento teórico e metodológico da arqueologia processual, observou-se que o registro arqueológico não poderia ser utilizado para observar o comportamento humano, mas sim para inferir os processos que os criaram.

A partir da década de 80, consolidaram-se as aplicações sob a perspectiva das ciências da terra em arqueologia. As ocorrências arqueológicas passaram a ser entendidas melhor quando o contexto paleoambiental e os processos envolvendo a criação do registro arqueológico são documentados e analisados com a utilização das técnicas das

geociências (Rapp, Jr. e Hill, 1998).

Assim, o interesse em aplicar princípios sedimentológicos e estratigráficos para localizar e delimitar sítios arqueológicos e suas feições associadas às técnicas geoquímicas e geofísicas foi tomando expressão.

Baseando-se na definição de Clarke (1978:100) onde a "arqueologia é a disciplina com a teoria e a prática para recuperar padrões não observáveis do comportamento humano, dos traços indiretos em amostras ruins", entendemos que a interpretação científica dos dados arqueológicos depende do reconhecimento de toda a gama de atividades humanas e dos processos ambientais e sociais que ocorreram no passado, onde os arqueólogos só têm acesso a amostras dos vestígios arqueológicos depositados no sítio.

A divisão dos capítulos colocadas à seguir foi adaptada a partir de dois manuais de Geoarqueologia, o de Rapp, Jr. e Hill (1998) e Waters (1992). Esses dois livros, além de darem um panorama histórico da geoarqueologia, descrevem os princípios e processos de formação do registro arqueológico. Além desses manuais, foram feitos levantamentos bibliográficos intensivos e uma outra fonte que muito auxiliou na realização e na dinamização deste trabalho foi a *Internet*, a qual propiciou a atualização dos dados e o acesso imediato aos pesquisadores (via *e-mail*), para uma troca de conhecimento e aprendizado que forneceram valiosas informações a respeito do método de análise, potencialidades e limitações:

- Dr. John Crowther Consultor do Centre for Research and Environment e Health e do Paleoenvironment Research Center. Department of Geography, University of Wales, Lampeter. UK.
- Professor Donald Davidson Department of Environment Science.

 University of Stirling. UK.
- Professor Paul Goldberg Diretor do Department of Archaeology. Boston University, USA.
- Dr. Tim Acott School of Earth and Environment Science. University of Greenwich, UK.
 - Erika Guttman Department of Environment Science. University of

Stirling, Stirling, UK.

- Christophe Falgueres – Laboratoire de Préhistoire du Muséum d'Histoire Naturelle, Paris, França.

Estes contatos nos fizeram observar a importância das diversas análises descritas à seguir, as quais são atualmente muito pouco conhecidas e minimamente aplicadas em países tropicais e, acreditamos que o esforço de obter alguma informação, poderá servir de parâmetro para pesquisas futuras.

Demonstraremos a importância de realizar uma pesquisa sistemática, com resultados, positivos ou negativos, analiticamente comprovados.

As análises são resultados de uma inter-relação entre a geoarqueologia e a arqueometria, por muitas vezes não conseguimos dissociá-las. Porém, o objetivo deste trabalho não é discutir uma ou outra, e sim aproveitar suas potencialidades e tentar introduzi-las e/ou intensificá-las às pesquisas arqueológicas no Brasil.

Assim, o presente trabalho terá como objetivos principais :

- 1- Fornecer parâmetros para a leitura e registro dos sedimentos e solos, introduzindo alguns conceitos básicos vindos das geociências, como a geologia, pedologia, sedimentologia, estratigrafia, geoquímica e outros;
- 2- Introduzir algumas análises microscópicas nas pesquisas arqueológicas;
- 3- Abordar as técnicas de coleta e o potencial de cada tipo de análise aplicáveis para os sítios arqueológicos, com exemplos e propostas de aplicação no Sítio Mar Virado e Sítio Areia Branca 6.

A importância de tais análises reside no fato de permitir a busca de informações onde aparentemente não há nada, onde o arqueólogo, nas pesquisas de campo, não consegue observar materiais ao nível macroscópico e infere que "a camada é estéril", isto é, que não existe nenhum vestígio de atividade humana ou apresenta apenas restos naturais.

Esta "esterilidade" muitas vezes leva a interpretações errôneas, e ao serem constatados tais erros, o arqueólogo usa como "desculpa" a sua falta de conhecimento específico de química, geologia, biologia ou ciências afins,

pois como "arqueólogo" estuda o Homem através de sua cultura material, inferindo o seu modo de vida, a apropriação da Natureza e sua adaptação em relação a ela, etc. É claro que o objetivo final é este, porém para chegar a estas interpretações são necessários métodos e técnicas de outras disciplinas.

A arqueologia, ao se reconhecer como uma ciência interdisciplinar, exige de seus profissionais um mínimo de conhecimento para propor questões e conseguir manter um diálogo com os especialistas das outras ciências.

Tentativas de interdisciplinaridade baseadas em uma falta de conhecimento das disciplinas de interesse são freqüentemente abortadas em seu estágio inicial. A figura caricata do "arqueólogo do saquinho"¹, aquele indivíduo que aborda um profissional de outra área portando um saco de amostras, cheio de um material qualquer, querendo que ele responda a uma pergunta que o próprio arqueólogo não sabe formular, afugenta qualquer possibilidade de sucesso.

De fato, o arqueólogo não é e não precisa ser um especialista em todas as áreas das ciências, mas ele precisa ter em mente que, se não tiver o conhecimento básico da linguagem específica para se comunicar com os diversos especialistas, estará limitado a informações superficiais.

Deve-se, porém, tomar os seguintes cuidados:

- A valorização excessiva destes tipos de análise deve-se entender o contexto arqueológico como um todo, sempre associando tais informações à outras feições apresentadas no sítio.
- As estratégias de amostragem só deve ser definida pelo arqueólogo, após uma avaliação dos fatores naturais e culturais do sítio, assim como o meio ambiente no qual está assentado.

Os capítulos foram organizados segundo critérios de escala de abordagem partindo-se de uma macroescala até uma microescala analíticas.

No capítulo 1, serão colocadas as questões dos processos de formação

¹ A definição de arqueólogo do saquinho" foi sugerida por Astolfo Araújo, comunicação verbal.

do registro arqueológico e da estratigrafia, onde serão discutidos os diversos fatores que influenciam os processos de formação de sítio, assim como, as diversas posturas em relação à nomenclatura e à própria definição de estratigrafia em arqueologia.

No capítulo 2, a ênfase será dada à descrição dos atributos para caracterizar o sedimento e o solo, apresentando definições e suas características principais vindas das ciências da terra - a sedimentologia e a pedologia. Serão descritos apenas os atributos principais em função das necessidades do arqueólogo em campo e em laboratório.

No capítulo 3, o objetivo principal é demonstrar a potencialidade do estudo de sedimentos e/ou solos aplicados à arqueologia. Os diversos tipos de análises, como a análise química, micromorfologia, microartefatos e outros, serão tratados separadamente, para entender os princípio básicos, a coleta de amostras, os resultados e suas aplicações em pesquisas arqueológicas. Não foi abordada a análise faunística, na medida em que os estudos de zooarqueologia estão bem fundamentados nas pesquisas arqueológicas no Brasil.

No capítulo 4 serão descritos alguns exemplos de aplicação e as potencialidades destas análises em dois sítios arqueológico - o Sítio Mar Virado, na Ilha de Mar Virado, município de Ubatuba; e o Sítio Areia Branca 6, no município de Itapeva, ambos localizados no Estado de São Paulo. Como já foi dito no início, justifica-se essa escolha pela possibilidade de demonstrar como testar cada análise, com objetivos totalmente diversos, uma vez que cada sítio possui problemáticas diferenciadas.

1 - OS PROCESSOS DE FORMAÇÃO DO REGISTRO ARQUEOLÓGICO

A proposta deste capítulo é fundamentar os princípios metodológicos e técnicos para identificar os diversos processos de formação do registro arqueológico. O registro arqueológico é um termo que inclui os artefatos e a matriz em que estes se inserem, e fatores que criam esse registro são chamados de processo de formação (Schiffer,1981; Rapp,Jr. e Hill,1998).

Diversos autores discutiram a questão dos processos de formação, tanto a natural como a de sítios arqueológicos (Binford,1981; Butzer, 1985; Clarke e Chapman,1978; Schiffer, 1972,1983 e 1987) sendo que Ascher (1968), foi um dos primeiros a propor a visão da entropia para explicar tais processos, afirmando que a "flecha do tempo" progressivamente reduz a quantidade e a qualidade de sobrevivência das evidências no registro arqueológico. Esta visão indica que o registro arqueológico está relacionado com o seu estado de preservação na qual é condicionado pelo tempo transcorrido desde sua deposição.

Schiffer (1972,1983) acrescentou a este conceito de entropia a necessidade de se levar em consideração as inferências já que o registro arqueológico possui uma visão transformada ou distorcida dos artefatos, pois participam de um sistema comportamental.

O arqueólogo não pode ler este comportamento direcamente dos registros arqueológicos, mas utilizam as ferramentas analíticas para estudar as leis que regem os seus processos de formação.

Para entender estes processos, temos que levar em conta a matriz onde os artefatos estão depositados pois "o registro sedimentar de um sítio arqueológico fornece informações críticas do ambiente e da estratigrafia, sendo que os sedimentos são também participantes da interpretação de assentamentos e das atividades de subsistência" (Butzer, 1985:77).

Os sedimentos arqueológicos incluem uma mistura de componentes físicos, biogênicos e antropogênicos:

- Componentes físicos - resultam da erosão, transferência, deposição para o

sítio ou para ambientes microdeposicionais dentro do sítio (p.ex. poeira eólica, deposição na água de silte e areia, movimento de vertente, etc.).

- Componentes biogênicos resultam da atividade de animais visitantes ou residentes no sítio, animais domésticos, roedores, minhocas, lesmas e insetos, vespas, corujas, morcegos, porcos espinhos, hienas, felinos, ursos em cavernas, canídeos.
- Componentes antropogênicos incluem 1) vários materiais minerais e biológicos trazidos acidentalmente ou deliberadamente para o sítio 2) resíduos e feições derivadas de alterações humanas ou de atividades humanas de processos geomórficos normais (p.ex. fragmentação do teto pelas fogueiras em cavernas rasas) ou interferência no sistema geomórfico normal (instabilidade do solo refletindo na erosão da vertente e aluviação de um assentamento).

Estes componentes estão inseridos nas definições de Schiffer (1972) de Processos Culturais e Naturais onde os componentes físicos e biogênicos se apresentam nos processos naturais e os componentes antropogênicos, nos culturais.

- Processos de formação cultural ou depósitos primários, também conhecido como *C-transforms*, envolvem as atividades deliberadas ou acidentais humanas, como a confecção e utilização de artefatos, construções, arado, etc. Podem ser identificados pela regeneração e distúrbios dos sedimentos oriundos de locais diversos causados pela deterioração dos artefatos e das estruturas. A decomposição de materiais como o húmus de madeira e outros materiais orgânicos, óxidos, sulfatos e carbonatos da corrosão de metais, os detritos da decomposição da rocha e de cerâmica, também contribuem para aumentar o depósito.

Uma vez depositado, o sedimento pode ser transportado e redepositado por processos não culturais dentro dos sítios, dependendo de sua topografia local, natureza dos sedimentos, etc.

- Processos de formação não cultural ("N-transforms") ou depósitos secundários; são os eventos naturais que recobrem, preservam ou destroem o registro arqueológico.

Araújo (1995), ao descrever as principais causas do movimento vertical dos vestígios arqueológicos em sua matriz deposicional, enumerou com detalhes os diferentes agentes naturais causadores destes movimentos. Ele se baseou nos estudos de casos de Stein (1983), Villa (1982,1983) Wood e Johnson (1978) e outros (vide Araújo,1995:8-16) nos quais este item foi baseado.

Podem ser:

- **Pedoturbação** processo de distúrbio que altera os horizontes e move partículas, incluindo artefatos de vários tamanhos, misturando os solos e/ou sedimentos.(Fig.1)
- a) <u>Compactação</u>: "efeito de redução da porosidade de um sedimento ou solo e a conseqüente diminuição de seu volume, por ação da pressão e da acomodação das partículas constituintes" (Araújo,op.cit:14). A compactação fará com que as peças se movimentem de acordo com sua forma, dimensão e densidade.
- b) Movimentação de massa por ação da gravidade: também denominada de coluvionamento. As peças inseridas na massa de solo sujeitas a escorregamento vão sofrer movimentação diferencial. Os sítios posicionados em encostas, mesmo que suaves, vão sofrer este tipo de ação natural.



Foto: Sandra N. Amenomori

Fig. 1 Efeito da Pedoturbação indicado no perfil estratigráfico do Sítio Mar Viirado, Ubatuba, SP. Observa-se a deposição de sedimentos em diversos momentos; apresentando uma concavidade devido à pressão das camadas. Um fragmento de cerâmica ficou entre as camadas

- Zooturbação ou Faunaturbação distúrbios causados por uma grande quantidade de animais que gastam toda ou parte de suas vidas no solo, afetando profundamente os depósitos culturais. Os principais agentes são:
 - a) Formigas (Fig. 2): Araújo exemplificou com a saúva, uma espécie brasileira do gênero *Atta*. Pelo volume de terra que os sauveiros podem remover (187,4 litros de terra solta ou 129,5 litros de terra compacta), observa-se que na medida em que as formigas escavam as galerias, as peças arqueológicas encontradas no caminho tendem a "afundar", alterando a disposição real delas.
 - b) <u>Cupins ou térmitas</u>: da mesma forma que as formigas, eles podem movimentar grandes quantidades de terra, removendo as peças arqueológicas do lugar. Os estudos de caso observando a ação dos cupins no registro arqueológico foram feitos por Cahen,1976,1978; McBrearty,1990; Wood e Johnson,1978 (apud Araújo,1995), mas sempre utilizando exemplos africanos. O volume de terra trazido do subsolo para a superfície pode chegar a montes de 9 metros de altura com 30 metros de diâmetro basal. No Brasil, apesar de não haver muitos estudos a este respeito, as colônias mais significativas são as de "cupim-do-pasto", *Cornitermes cumulans*. (foto de Areia Branca 6).



Fig. 2 Cupinzeiros e formigueiros na área do sítio Areia Branca 6, Itapeva/ SP.

c) <u>Minhocas</u>: agem alterando parcialmente ou totalmente as camadas, recobrindo estruturas, transformando quimicamente o solo, destruindo

os vestígios botânicos de pequena dimensão. "A ação das minhocas se dá pela ingestão de terra e conseqüente abertura de galerias. Dependendo da espécie, as minhocas podem acumular seus excrementos, de aspecto granular, no subsolo ou levá-los à superfície" (Araújo,1995:11). Stein (1983) observou que sítios arqueológicos mais vulneráveis à ação das minhocas são os sítios a céu aberto, em regiões florestadas e as áreas relacionadas a rios, como os terraços não inundáveis e os leques de colúvio à margem dos terraços. Os abrigos rochosos e cavernas não são favoráveis à existência de minhocas.

- d) Roedores, tatus e outros mamíferos escavadores (Fig. 3): apesar de serem considerados grandes agentes de transformação do registro arqueológico, não existem muitos trabalhos a este respeito, mencionando apenas os distúrbios causados.
- e) Animais de grande porte (por pisoteamento): diversos autores realizaram experiências de pisoteamento chegando à conclusão de que a movimentação das peças depende do tipo de solo ou sedimento (principalmente os arenosos).
- Fitoturbação ou Floraturbação a principal ação das plantas vivas está na atividade de suas raízes (Pyddoke, 1961). Um dos efeitos refere-se ao crescimento das árvores que obscurece o sítio completamente, como por exemplo a cobertura de folhas e outras matérias orgânicas acumuladas, impedindo reconhecer os limites do sítio sem uma escavação. Outro efeito é a queda de árvore por ação do vento (Wood e Johnson,1978) (Fig. 3). Esse fenômeno parece atingir áreas onde o solo é pouco desenvolvido, fazendo com que as raízes não se aprofundem e facilitem sua queda. Ao cair, a árvore leva alguns metros cúbicos de terra agregado às raízes, incluindo o material arqueológico. A queima natural de árvores pode se estender às raízes, fazendo com que os fragmentos de carvão encontrados em níveis arqueológicos sejam na verdade provenientes de antigas raízes queimadas (Araújo, op.cit.)

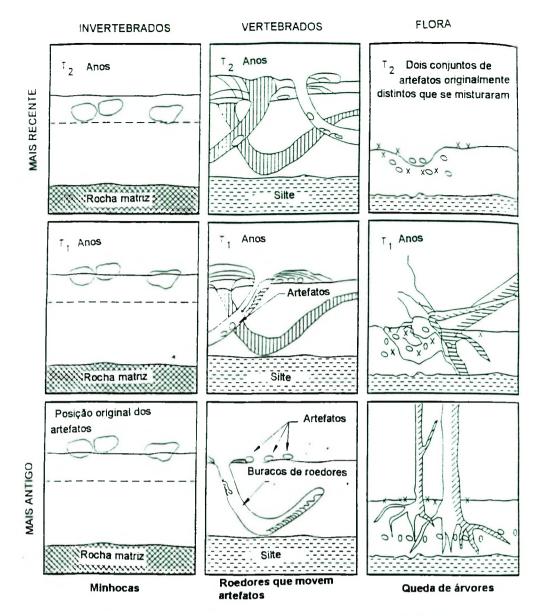


Fig. 3 Efeitos da Zooturbação e da Fitoturbação (Rapp, Jr. e Hill, 1998:84)

Em uma escala de abordagem macroscópica, podemos observar que o registro arqueológico é composto pelo depósito (onde está inserido o artefato), o qual é resultado dos processos de deposição e dos eventos deposicionais. Todos estes elementos aliados à questão temporal, são a base do entendimento da estratigrafia (que será abordada mais adiante).

A definição de depósito em arqueologia, segundo Schiffer (1983,1987), pode ser considerada uma "unidade tri-dimensional que é distinguido no campo baseado em mudanças observáveis nos sedimentos e artefatos" e também a "unidade analítica apropriada para identificar os processos de formação".

Identificar um processo de formação é inferir que este ocorreu. Assim, o arqueólogo precisa identificar todos os processos que criaram os depósitos

para interpretar os artefatos inseridos nos mesmos.

Todos os sedimentos num depósito fazem parte de um evento deposicional. Este evento pode ser considerado o resultado de deposição de uma ou mais fontes de sedimentos, que sofreram transporte de um local para outro, dependendo da capacidade do agente de transporte. A duração de tais eventos deposicionais é freqüentemente desconhecida.

Observe abaixo a sequência da formação dos depósitos sedimentares (Rapp e Hill,1998)

inicial ou contexto primário: depósito sedimentar original ou rocha matriz. Composição, configuração original e padrões em artefatos e feições arqueológicas.

Intemperismo: desintegração ou decomposição da matéria-prima. Artefatos e feições.

Transporte e deposição secundária: movimento e tamanho das partículas sedimentares, incluindo artefatos.

Alteração: mudanças na última deposição

Mais intemperismo

Processo de formação de solos, incluindo mistura

Contexto final: condição ao tempo de descoberta e estudo

O contexto inicial consiste da rocha matriz inalterada (ígnea, sedimentar ou metamórfica) ou do material derivado de atividade humana.

Durante o estágio de intemperismo, a rocha matriz e os artefatos começam a se fragmentar em pequenas partículas.

Após o intemperismo, as partículas artefatuais e outros materiais clásticos, podem se mover e depositar num contexto secundário. Mais intemperismo ou alterações de materiais podem ocorrer no final do evento.

A análise dos diversos processos de formação descritos acima, é feita através das propriedades físicas das partículas de sedimento e/ou solo e dos artefatos, que serão descritos nos capítulos seguintes. Porém, antes de iniciar o procedimento analítico destas partículas, é necessário entender a base de estudo destes processos de formação, isto é, a estratigrafia.

A estratigrafia é um dos temas mais discutidos na geoarqueologia, necessária para entender o contexto geológico-geomorfológico do depósito arqueológico.

Para o International Stratigrafic Guide, (1976 apud Mendes,1984) a estratigrafia é "a ciência que cuida não só da sucessão original e da idade das rochas estratificadas como, também, de sua forma, distribuição, composição litológica, conteúdo paleontológico, propriedades geofísicas e geoquímicas, ou seja, todos os caracteres, propriedades e atributos das mesmas como estratos, buscando inferir seus ambientes de origem e sua história geológica".

Na definição dada no Dicionário Geológico e Geomorfológico (Guerra,1975), a estratigrafia é a "ciência que estuda a sucessão das camadas ou estratos que aparecem num corte geológico. (...) A estratigrafia nada mais é que a história física da Terra narrada através do exame dos terrenos sedimentares e dos fósseis que eles podem conter, estabelecendo-se assim a cronologia".

As definições dadas pelos arqueólogos Gasche e Tunca (1983) colocam a estratigrafia como a "ciência descritiva dos estratos, a qual estuda as relações espaço-temporais entre os sedimentos e solos". Stein (1992) coloca que a estratigrafia "é um ramo da geociências preocupado com a descrição, origem e relação espaço-temporal das camadas de rocha".

Tanto a estratigrafia como a arqueologia devem ser vistas dentro de uma ótica interdisciplinar, isto é, as informações obtidas a partir das análises desses sedimentos e solos complementam e são complementadas pelas informações obtidas a partir dos vestígios arqueológicos.

A descrição deve ser precisa e detalhada, porém, a dificuldade em se estabelecer certos parâmetros de identificação levou muitos arqueólogos a tentar sistematizar as informações obtidas pela leitura e análise das camadas (Harris, 1979, Gasche e Tunca, 1983; Stein, 1992).

Muitos textos arqueológicos discutem a estratigrafia com alguns "chavões", geralmente com uma definição limitada, como "nível natural, nível artificial, contexto, camada vermelha, etc.". Daí, a necessidade de se

conceituar e padronizar a nomenclatura existente.

Quais são os objetivos da análise estratigráfica dentro dos sítios arqueológicos?

Waters (1992) colocou como quatro objetivos fundamentais:

- 1) subdividir e agrupar os sedimentos e/ou solos de um sítio em pacotes significativos ou unidades estratigráficas² baseadas nas características observáveis e registrar a natureza de contato entre estas unidades.
- 2) ordenar estas unidades estratigráficas em sua própria sequência do mais antigo ao mais recente.
- 3) determinar a idade absoluta das unidades estratigráficas, representadas pelo acúmulo de sedimento, estabilidade (desenvolvimento do solo) e degradação usando técnicas de datação cronométricas.
- 4) correlacionar as unidades estratigráficas de um sítio com a estratigrafia regional adjacente ao sítio.

A seguir, serão descritos e conceituados os atributos para o estudo da estratigrafia em sítios arqueológicos.

Em guias estratigráficos geológicos, as subdivisões das seqüências de rochas são baseadas na litologia (<u>unidade litoestratigráfica</u>), no conteúdo fóssil (<u>unidade bioestratigráfica</u>) e em períodos de tempo nos quais as rochas foram depositados (<u>unidade cronoestratigráfica</u>) (Stein, 1992).

O guia arqueoestratigráfico proposto por Gasche e Tunca (1983) criou três unidades estratigráficas para dividir sedimentos arqueológicos: baseado na litologia (<u>unidades litológicas</u>), no conteúdo de artefatos (<u>unidades etnoestratigráficas</u>) e nos períodos de tempo (<u>unidades cronoestratigráficas</u>), tendo como objetivo "...facilitar e até estimular a troca e correlação de todas as informações produzidas dos sítios arqueológicos... e para estabelecer um

² unidade estratigráfica: "Estrato ou conjuntos de estratos que formam um elemento homogêneo na classificação de uma seqüência de estratos, e tendo em vista as numerosas características e particularidades que seus conteúdos possuem. As unidades estratigráficas de uma categoria não correspondem necessariamente com aqueles de outra categoria".(Gasche e Tunca, 1983)

sistema de referência cruzada, o qual poderia ser o mais objetivo possível... e que eliminaria as ambigüidades trazidas por uma linguagem arbitrária".

Observamos que os termos tradicionais da Estratigrafia Arqueológica (fase, estágio, período, horizonte e tradição) adaptados das definições de Willey e Phillips, 1958 e Fagan, 1988 (*apud* Stein, 1998) foram introduzidos a partir da segunda metade deste século e utilizadas dentro das Américas.

Embora existam críticas destes termos arqueológicos tradicionais, as pesquisas arqueológicas no Brasil continuam fundamentadas sob estes termos.

Para situar os termos tradicionais aos termos estratigráficos, Stein (1992) relacionou-os a seguir:

FASE e HORIZONTE – são termos relacionados com as **unidades etnoestratigráficas** (divisões estratigráficas baseadas no conteúdo dos artefatos).

ESTÁGIOS e FASES – relacionados às unidades cronoestratigráficas.

Estágios dividem os estratos em unidades de tempo baseados em atributos tecnológicos de artefatos.

Fases dividem os estratos em unidades de tempo baseados em atributos de estilísticos e funcionais que podem ser correlacionados através de um região.

PERÍODOS E TRADIÇÕES - relacionados às **unidades geocronológicas** (período de tempo de uma unidade cronoestratigráfica estabelecida), e são baseadas em unidades etnoestratigráficas construídas, utilizando-se dos atributos historicamente relevantes de artefatos.

Stein(*op.cit*) critica os termos introduzidos por Willey e Phillips e outros autores, dizendo que embora estes termos estejam relacionados com a terminologia estratigráfica, não apresentam utilidade para a arqueologia pois "carregam conotações regionais desenvolvidas e comunicadas através de tradições regionais da disciplina, e evitam o rigor da terminologia estratigráfica moderna" (Stein, 1992:75).

Para ela, os antigos termos estratigráficos arqueológicos precisam ser renovados com termos explicitamente definidos para procedimentos estratigráficos padronizados.

Em parte, suas colocações apresentam coerência e objetividade, porém, existe um certo exagero na tentativa de colocar todas as questões referentes à arqueologia, em função da estratigrafia e da sedimentologia.

Há concordância de que não é necessário um guia estratigráfico exclusivo, basta manter a arqueologia e a estratigrafia moderna juntas, somando aos guias já existentes os conceitos que são relevantes para a arqueologia.

Segundo Stein (1992), as necessidades da estratigrafia para a arqueologia podem ser acomodadas pela somatória de três elementos existentes nos códigos estratigráficos:

- 1) Uma nova unidade litoestratigráfica de dimensões menores úteis para os arqueólogos.
- 2) A unidade etnoestratigráfica (etnozona ou zona) que divide següências de sedimentos de acordo com os artefatos.
- 3) A unidade etno-cronoestratigráfica (etnocronozona) que divide os estratos formados durante o mesmo período de tempo e definido por qualquer etnozona útil para correlações regionais.

1) Unidade litoestratigráfica:

São consideradas, em estratigrafia, as unidades baseadas em atributos físicos do estrato.

São as "subdivisões das rochas na crosta terrestre, distinguidas e delimitadas com base em características litológicas" (NACOSN, 1983). Embora a definição tenha utilizado o termo rocha, sedimentos inconsolidados podem ser substituídos pelas rochas na definição. A unidade litoestratigráfica fundamental é a *formação*.

A formação é definida pela homogeneidade das características físicas (litologias).

Uma formação pode ser subdividida em membros e camadas.

Os membros estão contidos em formações e geralmente são mais locais em sua extensão lateral. Uma camada é menor que um membro, a menor unidade que pode ser definida (Campbell, 1967).

Em arqueologia, as unidades estratigráficas basearam-se em atributos físicos de sedimentos inconsolidados os quais receberam diversas denominações. Um dos termos é *nível natural*, definido como uma "unidade de escavação correspondendo aos níveis definidos pela estratigrafia, em oposição ao *nível arbitrário*.

O *nível natural* assemelha-se à unidade litoestratigráfica, assim como a definição de um depósito arqueológico.

Os níveis arbitrários são também definidos durante as escavações para criar pequenos agrupamentos de estratos antes do material ser removido e destruído. O uso dos níveis arbitrários está diretamente associado ao receio de que as unidades menores "naturais", nas análises sejam muito grandes para detectar mudanças nos artefatos, plantas, ossos, e outros materiais não observados no processo de escavação.

2) Unidades etnoestratigráficas:

São sequências de estratos em camadas que podem ser divididos de acordo com os artefatos, resultando em unidades etnoestratigráficas. Uma antiga definição de uma unidade etnoestratigráfica dada por Gasche e Tunca (1983), é a "zona".

No entanto, para manter a estratigrafia moderna e a arqueologia juntas, mais do que criar nossa própria marca em "arqueoestratigrafia", nós deveríamos seguir o exemplo da North American Comission on Stratigraphy Nomenclature (NACOSN), e propor o termo etnozona.

A NACOSN sugere o termo "biozona" para unidades bioestratigráficas (subdivisões da rocha pelo seu conteúdo fóssil) melhor que o termo "zona" determinado pelo Código Internacional antigo (Hedberg, 1976).

Entretanto, tanto na etnoestratigrafia, a proposta de Gasche e Tunca do termo "zona" está confuso, como também, o termo utilizado na bioestratigrafia.

A etnozona é identificado pelo:

- 1) primeiro e/ou último aparecimento de um tipo de artefato (intervalo da etnozona)
- 2) o aparecimento de uma associação de dois ou mais tipos de artefatos (etnozona de assembléia)
- 3) a abundância qualitativamente distinta em máxima, mínima ou relativa, de um ou mais tipos de artefatos (etnozona de abundância)

3) Unidades de tempo:

Dentro da estratigrafia, existem três tipos de unidades de tempo:

- 1) Aqueles que se referem à formação das rochas em um período de tempo (unidades cronoestratigráficas).
- 2) Aqueles que se referem ao tempo que levou para estas rochas se formarem (unidades geocronológicas).
- 3) Aqueles que são uma divisão direta do tempo, geralmente em anos (unidades geocronométricas).

As unidades cronoestratigráficas são o corpo de rochas que servem como materiais referentes para todas as rochas formadas durante o mesmo período de tempo.(NACOSN,1983:868). A cronoestratigrafia pode ser baseada do acúmulo de uma litoestratigrafia, bioestratigrafia, magnetoestratigrafia, ou unidade etnoestratigráfica, ou qualquer outra feição de um registro da rocha que tenha um certo tempo (Stein, 1987). Mas é preciso ser definido pela rocha (ou pelo sedimento não consolidado), não pelo tempo.

Uma unidade cronoestratigráfica particularmente útil para a arqueologia, é a cronozona.

Uma **cronozona** é uma unidade cronoestratigráfica não hierárquica de curta duração, da qual os limites podem ser independentes daqueles das unidades (eonotema, eratema, sistemas, séries e estágios) (NACOSN, 1983:869).

As unidades geocronológicas são divisões de tempo que correspondem a um período de tempo de uma unidade cronoestratigráfica

estabelecida.

As unidades geocronométricas (NACOSN, 1983:872) é o tempo expresso em anos.

A partir destas nomenclaturas inseridas na estratigrafia arqueológica, observamos que apesar do estabelecimento de parâmetros definidos além do uso da nomenclatura já conhecida pelas geociências; apresentam dificuldades e falta de praticidade, o que nos levou a ignorar a sua utilização.

Somos favoráveis à normatização da nomenclatura, porém, implicaria em tantas conceituações que, ao invés de facilitar, prejudicaria o entendimento da mesma.

Assim, o presente trabalho utilizar-se-á apenas do termo "unidade estratigráfica", já definida anteriormente, onde cada unidade receberá a denominação que a caracterize de acordo com suas feições e estruturas peculiares. Uma vez identificado cada uma delas, poderemos entender todos os processos de formação do registro arqueológico.

2. - SEDIMENTO E SOLO EM ARQUEOLOGIA

O sedimento e/ou solo é a matriz de deposição que fornece informações a respeito da idade, paisagem e do meio ambiente onde houveram ocupações humanas e dos processos que formam o registro arqueológico. Tanto o sedimento quanto o solo estão inseridos no estudo das ciências da terra, sendo que o primeiro apresenta-se na sedimentologia e o segundo, na pedologia e edafologia.

Tais definições implicam em processos de formação e deposição, tornando-se fácil ao arqueólogo confundir quando se trata de um solo ou de um sedimento, geralmente utilizados como sinônimos.

Esta questão é um pouco complexa, visto que Shackley (1975) e Stein (1992), ao discutirem quando houver dúvida em determinar se solo ou sedimento em um sítio arqueológico, sugere que o arqueólogo deverá denominar tudo como sedimento. Essa simplificação um tanto tendenciosa resolveria em parte o problema imediato do arqueólogo quando ele estiver descrevendo um perfil estratigráfico. Porém, especialmente no Brasil, por questões climáticas, ações químicas e biológicas intensas, o sedimento sofreu ou está sofrendo processos pedogenéticos intensos, transformando-se em solo.

Assim sendo, será que deveríamos denominar tudo como solos, em caso de dúvida? Na verdade, isto não importa desde que o arqueólogo deixe claro os critérios adotados para denominar "solo" e/ou "sedimento". Daí, a necessidade de entender os principais atributos de cada um, para que se possa remeter a uma linguagem não só padronizada, mas também aos processos que lhe são atribuídos.

O sedimento e o solo serão distintamente definidos, bem como a maneira de que são feitas as descrições básicas no campo e laboratório com um mínimo de conhecimento vindo das geociências. Serão indicadas apenas as características básicas que o arqueólogo necessite saber no campo das ciências da terra

2.1 - SEDIMENTO

Sedimento é "o material originado pela destruição das rochas preexistentes, susceptível de ser transportado e depositado" (Guerra, 1975).

Para Shackley (1974), Hassan (1978) e Schiffer (1983), sedimento é o conjunto de partículas de minerais ou rochas que sofreram intemperismo ou erodiram de sua matriz e foram transportados por algum processo e redepositados de um local para outro.

Os fatores que influenciaram a natureza e caracterização do sedimento são:

- a) a natureza do material de origem
- b) a distância e significado do transporte
- c) o meio ambiente de deposição
- d) mudanças pós-deposicionais ou modificações.

Todos esses fatores refletem na composição do material resultante e podem ser detectados numa análise controlada.

Os sedimentos arqueológicos podem ser divididos em orgânicos e inorgânicos, totalmente naturais ou inteiramente produzido pela ação humana.

De acordo com Hassan (1978), a importância das análises de sedimento para a arqueologia podem ser:

- reconstrução de ambientes climático-morfogenético
- reconstrução da história do sítio
- determinação das atividades humanas específicas
- interpretação das relações Homem-Terra

2.1.1 - Características dos sedimentos

As características dos sedimentos podem ser divididas em observações feitas em campo (estruturas sedimentares, relações horizontais e verticais entre as unidades, e a expressão geomórfica de uma unidade) segundo Reineck and Singh (1980 apud Stein e Farrand, 1988:9) e aquelas feitas em laboratório (tamanho dos grãos, medidas morfológicas dos grãos,

identificação das rochas e minerais, incluindo os microartefatos; e a determinação de matéria orgânica, fosfato e pH).

A seguir serão descritos os principais atributos que caracterizam os sedimentos:

Textura:

A textura refere-se às propriedades e relações dos grãos individuais, assim como o significado de seu tamanho, da sua distribuição, da orientação (fábrica), formas dos grãos, arredondamento, esfericidade e marcas da superfície dos grãos.

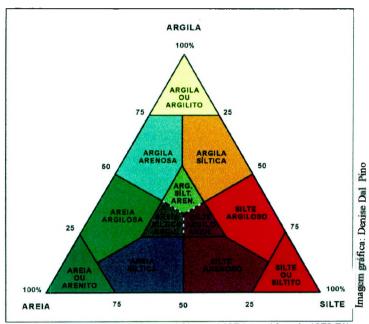


Fig. 4 Classe de textura do sedimento (Shepard, 1954 apud Suguio, 1973:71)

- tamanho do grão: é medido utilizando várias técnicas, pelo peneiramento para as partículas cascalho e areia, pelo cálculo das velocidades de assentamento em meio aquoso do sedimento para partículas mais finas que o tamanho areia (silte e argila) (Fig. 4)
- Areia o grão será sentido se uma amostra seca for comprimida na mão, apresentando o tamanho de 4 a 0.5ϕ (fi), onde a areia grossa varia de 1- 0.5ϕ (fi).
- Silte apresenta uma textura mais fina que a areia e dando a impressão de ser mais "sedosa", mas não podendo ser identificadas sem o

auxílio de lentes.

- Argila - forma torrões quando seca, mas ao ser umedecida, apresenta-se coesa e plástica, com grãos menores de 86.

Para a identificação das partículas em campo, o guia proposto pelo Museu de Londres é um trabalho prático e objetivo (Fig: 5).

A escala granulométrica varia de país para país, sendo que no Brasil, a mais utilizada é a Escala Americana de Wentworth (Suguio, 1973), cujos limites das classes estão relacionados em termos das propriedades físicas envolvidas no transporte dos grãos. Na figura 6, Suguio (1973:36) comparou as 3 escalas granulométricas mais utilizadas no mundo. Muitos autores, ao invés de darem os valores granulométricos em medidas absolutas (por exemplo, em mm) utilizam o símbolo ϕ (fi), introduzido por Kruembein (1934 apud Suguio, 1973), que é o logarítimo negativo da base 2 da granulometria em milímetro. (Fi∈ 7) φ = - log₂d

d= diâmetro do grão em mm

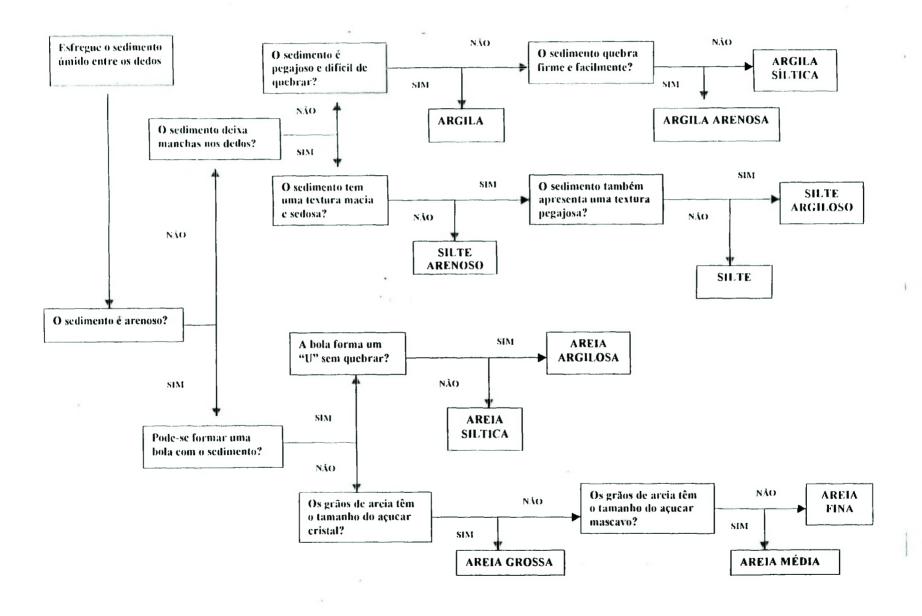


Fig.5 Guia para descrição dos sedimentos arqueológicos (Archaeological Site Manual, Museum of London, England .1990)

Diâmetro (MM)	Wentwork (American		Diametro (MM)	Atterber (moderniza (Alemã)	da)	Diâmetro (MM)	Bogomolov (Soviética)	Tipo de sedimento	
1 024	MATACĀ	0	60	BLOCO		200 100 60	Grande Médio	00018	
	64 -	BLOCO			Grande		20	Fino	B
04) ~	SEIXO		- 20 -	Médio	SEIXO	20 10	Grande		
4 _		LO	_ 6 -		SE	4	Médio	SEIXO	
2 -	GRÁNULO		- 0 - - 2 -	Fino		_ 2	Pequeno	- 8	
1 -	Muito grossa	3	- 2 - 0,6 -	Grossa		- 2 ·	Muito grossa		
1/2	Grossa	-	0,2	Média	-	0,5	Grande		
1/4 -	Média	REIA		Fina	AREIA	0,25	Média	AREIA	
1/8 -	Fina	₹		rina	Y	0.10	Fina	4	
1/16 -	Muito fina		- 0.06			•	Muito fina		
1/32 -	Grosso	TE	- 0.00			- 0,05 -			
1/32 - 1/64 -	Médio		0,02 ~	Grosso	핃	201	Grosso	m	
	Fino	SILTE	0,006 -	Médio	SILTE	0,01 -	Fino	SILTE	
1/128 -	Muito lino		0.000	Fino					
1/256 1/512	Argila	ILA	- 0,002 -		-	- 0,005 -	Grossa		
1/1 024 1/2 048	Ultra-argila	ARGILA		ARGILA		0,001 -	Fina	ARGILA	

Fig. 6 Quadro comparativo de escalas granulométricas (Suguio, 1973:36)

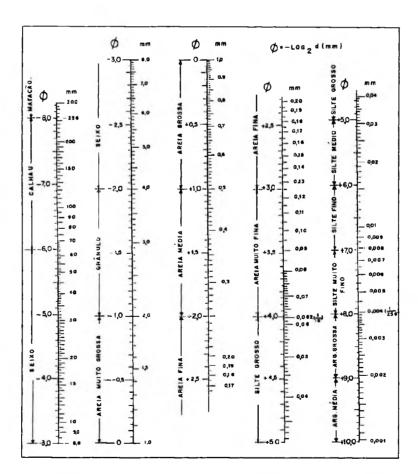


Fig. 7 Gráfico de conversão para ϕ (fi) e diâmetro em conversão em mm. (Inman,1952 apud Suguio,1973:37)

■ forma e arredondamento do grão: depende do comprimento relativo das dimensões das partículas e os ângulos dos grãos(Fig. 8)

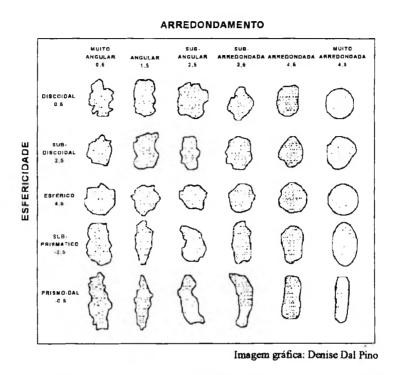


Fig. 8 Arredondamento e esfericidade do grão (Rapp Jr e Hill,1998:42)

O arredondamento dos grãos usualmente indica a magnetude do transporte. O uso da forma e arredondamento dos grãos para reconstruir agentes de transporte e ambientes de deposição nas pesquisas arqueológicas é bem conhecida.

Butzer (1973) analisou a forma do cascalho para determinar o mecanismo de transporte (desgaste de massa *versus* aluviação) em Torralba e Ambrona, Espanha, e a forma da areia para determinar a fonte (quartzo transportado pelo rio *versus* a rocha decomposta associada ao aqüífero) em Amanzi, África do Sul.

■ feições da superfície dos grãos: são freqüentemente marcados com feições menores que podem ser úteis em decifrar os ambientes de deposição, como seixos apresentando marcas de atrito de areia em transporte eólico. ou por estrias e cicatrizes do impacto, resultados da percussão em

transporte de alta velocidade aquoso e eólico.

■ fábrica: é a orientação espacial primária dos componentes de um sedimento, correspondendo a um dos aspectos da textura.

Cor.

As cores dos sedimentos podem ser divididas em "primárias" e "secundárias". As "primárias" dependem dos parâmetros químicos vigentes ao tempo da sedimentação ou da fase diagenética. A cor primária é aquela apresentada pelas rochas frescas ou pelo testemunho obtido da sondagem. A cor "secundária" é a que se observa em rochas intemperizadas.

Para inferir as condições paleoambientais, somente as cores primárias são válidas e devem ser registradas em rocha seca, uma vez que a umidade modifica, geralmente, a expressão cromática (Mendes, 1984).

Em climas tropicais, a detecção da cor primária é dificultada pela intensa decomposição dos afloramentos, marcada pela oxidação dos compostos de ferro, pelo descoramento de folhelhos escuros carbonosos, etc.; além da alteração da cor pela simples exposição ao ar.

A determinação das cores deve ser feita com luz natural e não com iluminação artificial, utilizando a Tabela de Cores de Munsell.

Um detalhamento maior a respeito das cores foi descrito no item "Características do solo", onde apresentamos uma descrição das leituras das cores na Tabela e suas devidas traduções .

Quanto ao significado das cores em sedimentos, Suguio (1973) descreveu-as com maior detalhamento, à seguir:

- Sedimentos de cores similares à rocha matriz, geralmente sugerem condições climáticas muito frias ou muito áridas, ou ainda alto gradiente geomorfológico, entre a fonte e o sítio de deposição.
- A cor negra nos sedimentos é indicativa de condições que favorecem a presença de matéria orgânica: lagoas com má

- circulação de água, ambientes de mar raso sem maré e outros.
- Os sedimentos cinzentos não são indicativos de ambientes específicos, podendo sugerir cepósitos em lagos, planícies de inundação fluvial, deltas e mares de profundidades rasas e moderadas.
- Cores que mudam alternadamente com as camadas sugerem de depósitos de leques aluviais, planícies de inundação e deltas, mas essas condições podem também ser encontradas em sedimentos marinhos.
- A cor verde, primária, pode indicar sedimento glauconíticos ou contendo alguns argilo-minerais. Como cor secundária pode ser encontrada em algumas rochas piroclásticas.
- A cor primária vermelha pode indicar deposição sob condições climáticas de estações quentes e secas alternando-se com estações chuvosas ou clima seco generalizado.

Composição Mineralógica:

A composição mineralógica pode ser expressa em termos morfológicos ou químicos (Suguio,1973:136). Mais de 150 tipos de minerais foram identificados. A maior parte desses minerais é relativamente rara e depende de sua inclusão acidental entre os fragmentos detríticos. Além disso, os minerais acessório podem ser úteis na determinação de áreas-fontes de matéria-prima cerâmica.

Na tabela 1 descrevemos os minerais mais comuns de acordo com a sua abundância.

Comumente mais	Comumente menos	Menos de 1%	
de 10% da rocha	de 10% da rocha	(acessórios)	
Quartzo	Sílex detrítico	Minerais de Fe	
Minerais de Argila	Micas grossas	Zircão	
Micas finas	Feldspato	Turmalina	
		Epídoto	
	+	Granada	
		Homblenda	
Calcita	Sílex	Anatásio	
Dolomita	Quartzo secundário	Feldspato	
	Gipso	Mica autígena	

Tabela 1 Lista dos minerais mais comuns arranjados segundo sua abundância relativa nos sedimentos, adaptada de Krynine, 1948 (apud Suguio, 1973).

2.2 - **SOLOS**

"Solo é a superfície inconsolidada que recobre as rochas e mantém a vida animal e vegetal da Terra. É constituído de camadas que diferem pela natureza física, química e biológica, que se desenvolvem com o tempo sob a influência do clima e da própria atividade biológica" (Vieira, 1975).

A descrição física do solo está fundamentada nas ciências da terra, e cabe aos arqueólogos aproveitarem seus conceitos e nomenclatura.

As diversas definições existentes estão em função do objeto de estudo, isto é, para a edafologia, o solo se define em função da sua fertilidade para as plantas; enquanto para a geologia, o solo é a rocha inconsolidada, e para a pedologia a preocupação é com a gênese e processo de formação.

Para os arqueólogos, a definição de solo está associada a questões da ocupação e atividades humanas. Assim, apropriando-se das definições dadas por Holliday (1992:104) em que "Solos são produtos de atividades biológicas e intemperismo que indicam a presença de superfícies da paisagem estabilizada, marcando as localizações de possíveis ocupações humanas e acumulação de artefatos", e por Eidt (1985:155) quem denominou o solo alterado por atividades humanas de **antrossolos**, dividindo-os em solos antropogênico (alterados intencionalmente) e solos antrópicos (alterados sem intenção), descreveremos os principais atributos reconhecidos em campo e alguns, em laboratório, com finalidades práticas para a problemática apresentada em um sítio arqueológico.

O reconhecimento inicial em uma escavação arqueológica é a sua estratigrafia, onde aparece o perfil de solo. O perfil de solo inclui camadas orgânicas naturais que se encontram na superfície, horizontes genéticos e o material de origem ou outras camadas abaixo do *solum*³, que influenciam a sua gênese e comportamento.

³ Solum: considerado como "solo genético", que se desenvolve sob forças edafogenéticas, incluindo-se portanto, os horizontes A e B; enquanto que o solo se refere aos três horizontes A,B e C (Silva, 1995).

No exame do perfil, todas as camadas ou horizontes são descritos separadamente.

A primeira etapa, após a separação dos horizontes ou camadas, é a tomada das medidas de suas profundidades (Fig. ⁹) e espessuras com uma fita métrica ou trena com a parte superior do horizonte superficial mineral, desprezando os horizontes orgânicos (O), e daí para baixo começar a leitura da profundidade, expressas em centímetros.

Solo	Profundidade		
Raso	menor ou igual a 50cm		
Pouco profundo	maior que 50cm e menor que 100cm		
Profundo	maior que 100cm e menor que 200cm		
Muito profundo	maior que 200cm		

Fig 9 Profundidade do solo (Lemos e Santos, 1984)

2.2.1 - Características do solo:

A seguir serão descritas apenas algumas características do solo que interessem imediatamente ao arqueólogo que se depara com um perfil estratigráfico. Os interessados em se aprofundar nesta matéria devem consultar os manuais do IBGE (1995), de Lemos e Santos (1984), do Soil Survey Staff (1993) para identificação do solos em campo, nos quais o presente item foi baseado.

Cor

A cor é obtida pela comparação dos padrões de cores constantes presentes na Tabela de Cores de Munsell (Munsell Colour Chart,1971). No Brasil, para facilitar a leitura e o entendimento da Tabela de Munsell (Fig.10), as cores foram colocadas em inglês com sua respectiva tradução, baseadas

na linguagem determinada pelos pedólogos.



Fig. 10 Tabela de Cores de Munsell e as cores mais utilizadas

A leitura da tabela é baseada em três elementos:(Soil Survey Staff,1993). O *hue* (matiz), *value* (valor) e chroma (croma). O registro segue a ordem matiz, valor e croma. Por exemplo: 7,5YR 6/3. (Fig. 11)

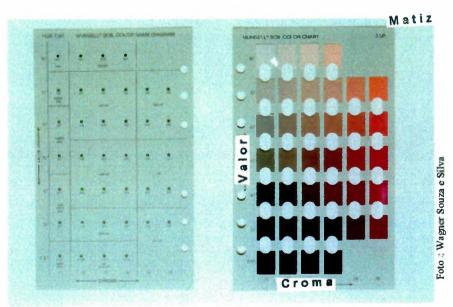


Fig.11 Leitura da Tabela de Munsell

- **Hue** - é a matiz, isto é, o nome da cor, e vem assinalado no topo à direita da tabela. É medida pela composição cromática da luz que atinge os

olhos.

- O sistema Munsell é baseado nas cinco principais matizes: red/vermelho (R), yellow/amarelo (Y), green/verde (G), blue/azul (B) e purple/violeta(P)
- Value é o valor, a tonalidade da cor, indicando a cor mais clara e mais escura em relação à escala neutra do cinza. Numa escala neutra do cinza (acromático), a tonalidade estende-se do preto absoluto(0) ao branco absoluto(10). O valor é a quantidade da luz que alcança o olho sob condições de luz padronizadas. O cinza é o meio entre o branco e o preto sendo o número 5/, cores mais claras estão entre 5/ e 10/ e cores mais escuras entre 5/ e 0/. Na Tabela o valor apresenta uma série de cores ordenadas verticalmente.
- *Chroma* é o croma ou a pureza da cor, indicando as diferentes proporções do cinza neutro e varia no sentido horizontal, de 0 a 8.

Condições para medir a cor:

A umidade contida na amostra e sua rugosidade da superfície são afetadas pela luz refletida. A impressão visual da cor, de acordo com as cores padronizadas na tabela, apresenta precisão apenas se houver condições padronizadas da qualidade e intensidade da luz. Haverá diferenças na leitura das cores se for de manhã bem cedo ou no final da tarde. Quando o sol estiver baixo no céu ou nublado, a luz que alcança a amostra e a luz refletida se torna mais vermelha. As cores apresentam mais diferenças quando o dia está nublado do que em dia ensolarado.

Leitura das cores do solo

- A leitura deve ser feita em amostra úmida e seca, especificando-se cada uma delas. Nas descrições de perfis, o registro de cores deverá obedecer o seguinte padrão: nome da cor e, entre parênteses, matiz, valor e croma, seguido da condição em que foi determinada a cor. Usando sempre a seqüência: úmido, úmido amassado (esmagado), seco, e seco

amassado (destorroado). Exemplo: bruno-escuro (10YR3/3, úmido).

- Um horizonte pode ter a cor completamente uniforme ou pode apresentar variedades de cores, podendo constituir mosqueados. Neste caso, descreve-se a cor da matiz (cor de fundo), a(s) cor(es) do(s) principal(is) mosqueado(s) e o arranjos dos mosqueados. Os atributos utilizados para tais descrições são:
 - a) Quantidade: pouco menos de 2% da área mosqueada comum de 2 a 20% da área mosqueada abundante mais de 20% da área mosqueada
 - b) Tamanho: pequeno eixo maior inferior a 5mm médio - eixo maior de 5 a15mm grande - eixo maior superior a 15mm
- c) Contraste: difuso mosqueado indistinto. A matiz, valor e croma do mosqueado variam muito pouco em relação à cor da matiz do solo
 - distinto mosqueado facilmente visível, sendo que a cor da matiz do solo é facilmente distinguida da(s) cor(es) do mosqueado. O matiz varia de 1 a 2 unidades e o valor e croma de algumas
 - proeminente a diferença entre a cor da matiz do solo e a(s) cor(es) do mosqueado é de várias unidade em matiz, valor e/ou croma.

As descrições dos perfis deverão conter, no item observação, se o perfil foi descrito com chuva, céu nublado, à sombra dentro da mata, ensolarado, etc.

As cores e sua tradução foram retiradas do IBGE(1995)

Black	Preto	
Bluish gray	Cinzento-azulado	
Brown	Bruno	
Brownish yellow	Amarelo-brunado	
Dark bluish gray	Cinzento-azulado-escuro	
Dark brown	Bruno-escuro	
Dark gray	Cinzento-escuro	
Dark grayish brown	Bruno-acinzentado-escuro	
Dark grayish gray	Cinzento-esverdeado-escuro	
Dark olive	Oliva-escuro	
Dark olive gray	Cinzento-oliváceo-escuro	
Dark red	Vermelho-escuro	
Dark reddish brown	Bruno-avermelhado-escuro	
Dark reddish gray	Cinzento-avermelhado-escuro	
Dark yellowish brown	Bruno-amarelado-escuro	
Dusk red	Vermelho-escuro-acinzentado	
Gray	Cinzento	
Grayish brown	Bruno-acinzentado	
Grayish green	Verde-acinzentado	
Greenish gray	Cinzento-esverdeado	
Light bluish gray	Cinzento-azulado-claro	- +
Light brownish gray	Cinzento-brunado-claro	
Light gray	Cinzento-claro	
Light greenish gray	Cinzento-esverdeado-claro	
Light olive brown	Bruno-oliváceo-claro	
Light olive gray	Cinzento-oliváceo-claro	
Light red	Vermelho-claro	
Light reddish brown	Bruno-avermelhado-claro	被

Light yellowish brown	Bruno-amarelado-claro	
Olive	Oliva	283
Olive brown	Bruno oliváceo	
Olive gray	Cinzento-oliváceo	
Olive yellow	Amarelo-oliváceo	1000
Pale brown	Bruno-claro-acinzentado	
Pale green	Verde-claro-acinzentado	
Pale olive	Oliva-claro-acinzentado	
Pale red	Vermelho-claro-acinzentado	
Pale yellow	Amarelo-claro-acinzentado	12/16
Pink	Rosado	
Pinkish gray	Cinzento-rosado	
Pinkish white	Branco-rosado	
Red	Vermelho	
Reddish black	Preto-avermelhado	
Reddish brown	Bruno-avermelhado	
Reddish gray	Cinzento-avermelhado	
Reddish yellow	Amarelo-avermelhado	
Strong brown	Bruno-forte	× 100
Very dark brown	Bruno muito escuro	
Very dark gray	Cinzento muito escuro	
Very dark grayish brown	Bruno-acinzentado muito escuro	
Very dusk red	Vermelho muito escuro-acinzentado	
Very pale brown	Bruno muito claro-acinzentado	
Weak red	Vermelho-acinzentado	
White	Branco	
Yellow	Amarelo	
Yellowish brown	Bruno-amarelado	
Yellowish red	Vermelho-amarelado	44

Por questão de variação de impressão, algumas cores perderam em parte a

tonalidade original da tabela. Estas páginas servirão apenas como referência ilustrativa da Tabela de Cores de Munsell.

Interpretação da análise de cores no solo

A diferença das cores são definidas pelos minerais que formam o sedimento e/ou solo associados ao grau de intemperismo e outros processo climáticos que sofreram, além da alteração antrópica.

A interpretação das cores claras podem indicar pobreza de matéria orgânica ou ausência de ferro, como o calcário e o gipso.

Em áreas semi-desérticas, a cor vermelha dos sais de ferro endurecido pelo sol tornam-se visíveis, pois a vegetação é reduzida pela aridez e o húmus não é abundante o suficiente para mascarar as cores dos minerais.

Em sítios de ocupação, a identificação das cores naturais é dificultada pela queda de estruturas, fornos, carvão, tijolos queimados, etc. Estes são explicados por si só, pela estratificação visível do solo.

Cornwall (1958) detalhou as cores e seu significado onde foram divididas da seguinte maneira:

Amarelo e Marrom - indicam condições úmidas de formação, pois são cores de solos de minerais hidratados como a limonita.

- O húmus e o hidróxido de ferro contribuem para dar uma tonalidade marrom na argila, silte, areia ou rocha.
 - Mica, Pirita
 - Âmbar Claro e macio.

Vermelho - indica um grau de peptização e desidratação do ferro, sugerindo condições climáticas mais mornas e sazonalmente mais secas, condições (terra "fusca", terra roxa) com um vermelho mais brilhante. Estão associadas aos minerais de ferro limonítico, típico de solo de floresta tropical, onde a umidade é constante. A desidratação irreversível (hematita, Fe₂ O₃) depende da estação seca e quente.

Verde ou Azul - sugerem saturação de água ou exclusão de oxigênio,

com alguma deficiência de húmus. Se houver grande quantidade de húmus, a coloração marrom escura e preta mascara as cores do ferro.

A cor verde nas rochas sedimentares está relacionada, na maior parte dos casos, aos compostos de Fe⁺², isto é, a glauconita, chamosita e etc. Às vezes pode estar ligada à existência de compostos de cobre, como por exemplo, os sais de cobre (coloração esverdeada - carbonato de cobre, malaquita) e minerais de cobre (Azul brilhante- Sulfato básico, azurita).

As cores azul e azul celeste são típicas de anidrita e celestina. As vezes, são devidas à vivianita, que pode acompanhar jazidas de ferro sedimentar, que por oxidação, adquirem estas tonalidades, ou um fosfato ferroso hidratado (artificial ou natural) na presença de fosfatos (ossos ou ocupação em geral) sob condições úmidas e anaeróbicas. Tanato de ferro (cor preta azulada) formado por sais de ferro na presença de tanis (carvalho, salgueiro, cortiça ou madeira). Rochas ígneas básicas (basalto, dolerita) e minerais ferro-magnesiano geralmente os contêm.

Branco – pode ser derivado de argamassa calcária, cinza, giz, mármore. Para identificar a presença de carbonatos, é feito o teste do ácido que consiste em diluir em HCl, causa efervescência em CaCO₃; mas não em CaSO₄. O fosfato de cálcio (osso ou cinzas de osso) poder dissolver rapidamente em minerais ácidos ou pode indicar uma intensa lixiviação do horizonte.

- .- Sílica a sílica hidratada (opala) possivelmente ocorre em regiões vulcânicas ou próximas de termas. A diatomita (branco e pulverulento) é um sedimento lacustre composto por esqueletos silicosos de diatomáceas (algas microscópicas).
- Silicatos muitos silicatos pobres em ferro são brancos (feldspato, muscovita, mica). A argila chinesa (caolinita) é rara e industrialmente valiosa, geralmente associada ao granito.
- Sais solúveis em água Gipso, sal comum, borax e carbonato de sódio ocorrem naturalmente em solos de climas áridos.

Cinza e Preto — são ligados à matéria orgânica, pela presença frequente de enxofre, pirita e marcassita, e também pela presença de óxidos de manganês, sulfetos de metais associados que apresentam-se dispersos nas rochas. Também pode ser decorrente de intensa lixiviação do horizonte. O carvão é insolúvel em ácidos, mas com queima intensa e evaporação, deixa apenas cinzas brancas finas.

- Húmus com Carbonato de Cálcio assim como para azeviche, argila xistosa, carvão, betume e piche. Todos eles apresentam um odor de fumaça de carvão queimando.
- Óxido de manganês ou óxidos de ferro concentrado (como nos "hardpans") estes são solúveis em alta concentração de HCI, dando uma solução amarela (ferro) ou amarelo-esverdeada (manganês), perdendo sua coloração ao diluir em água.
- Os tanatos de ferro são pretos azulados, mas aparecem pretos quando concentrados. Formam-se na presença de carvalho, madeira ou cortiça com sais de ferro. As cores modificam com a queima, dando uma coloração marrom ou um vermelho, devido ao óxido de ferro.

Cor de rosa – aparece quando substâncias naturalmente sem cor são pontuadas com pequenas quantidades de óxido de ferro (Fe₂O₃), como argila, gipso, feldspato. A cor do granito cor-de-rosa é atribuída principalmente pelo feldspato cor-de-rosa, podendo indicar a presença de algum componente de manganês.

pH do solo

O pH ou reação do solo é um indicacor da acidez ou alcalinidade.

É medido pelos íons "ativos" de hidrogênio na água do solo (solução). Quando pensamos na composição química da água, sempre pensamos em moléculas de água (H₂O), mas a água consiste de íons de hidrogênio (H⁺) e íons de hidróxido (OH).

Em solução aquosa o produto de concentração dos íons de hidrogênio (H⁺) e de hidróxido (OH⁻).é aproximadamente 10⁻¹⁴ microgramas por litro (μg/l). Quando a concentração dos dois íons forem iguais à água destilada (10⁻⁷μg/l), a solução é neutra, e seu pH é 7.

Assim, os valores abaixo de 7 indicam a acidez, e os valores acima, indicam alcalinidade.(Tab. 2)

De acordo com o Soil Survey Staff (1993), os termos descritivos da extensão do pH são os seguintes:

Ultra ácido	< 3,5
Extremamente ácido	3,5 - 4,4
Muito fortemente ácido	4,5 - 5,0
Fortemente ácido	5,1 - 5,5
Moderadamente ácido	5,66,0
Praticamente neutro	6,1 - 6,5
Neutro	6,6 - 7,3
Moderadamente alcalino	7,4 - 8,4
Fortemente alcalino	8,5 - 9,0
Muito fortemente alcalino	> 9,0

Tab.2 pH do solo (Soil Survey Staff, 1993)

Para medir o pH, utiliza-se o método da colorimetria, ou da electrometria(o pH metro).

O da colorimetria é um método simples e fácil, porém com menos precisão que o segundo. Ela consiste em utilizar tiras indicadoras de cores. As tiras mudam de cor com o aumento ou diminuição do pH, possibilitando medir o pH. Para determinar o valor do pH do solo, a amostra tem que estar diluída com água destilada, inserindo a tira por alguns minutos onde a cor poderá ser observada. A figura 12 apresenta dois tipos de indicadores de pH de 0-14 (com variações de 1) e de 4 a 7 (com variações de 0,3). Os valores do primeiro estendem-se do pH básico até o ácido, apresentando uma precisão baixa. No segundo, a precisão é um pouco maior, pois a abrangência das unidades são para medidas associadas aos materiais ácidos.

Na electrometria utiliza-se um aparelho, o pHmetro (Fig.13)

Este aparelho apresenta um eletrodo calibrado com duas substância de pH 4 e pH 7, a partir disso, coloca-se a amostra de solo diluído em água destilada, para que o aparelho possa fazer a leitura.

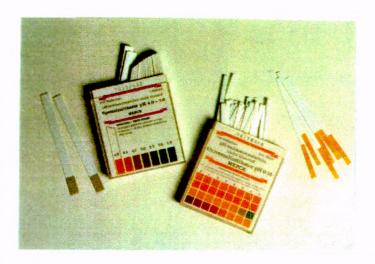


Fig. 12 Tiras Indicadoras de pH.



Fig 13 Aparelho de pHmetro

Textura:

A textura do solo refere-se à composição granulométrica do solo, sendo a sua determinação feita segundo a escala internacional de Atterberg (1912 apud IBGE,1995).

· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	Fração	Diâmetro		
Silte 0,05mm - 0,002m	Areia Grossa	2mm - 0,2mm		
	Areia Fina	0,2mm - 0,05mm		
Argila < 0.002mm	Silte	0,05mm - 0,002mm		
9	Argila	< 0,002mm		

As classes texturais (Fig. 14) foram retiradas do Soil Survey Manual (1993) e a sua tradução em português estão de acordo com Lemos e Santos (1984), sendo divididas em: areia, silte, argila, areia franca, franco, franco argilo-arenoso, franco argiloso, franco arenoso, argila arenosa, muito argiloso, argila siltosa, franco argilo-siltoso e franco.

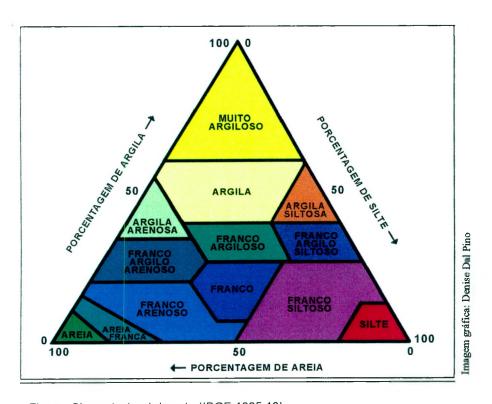


Fig. 14 Classe textural do solo (IBGE,1995:19)

Abaixo, a tradução das classes texturais: (IBGE,1995)

Clay	Argila
Sandy Clay	Argila arenosa
Silty Clay	Argila siltosa
Clay Loam	Franco-argiloso
Silty Clay Loam	Franco-argilo-siltoso
Sandy Clay Loam	Franco-argilo-arenoso
Loam	Franco
Silty Loam	Franco-siltoso
Sandy Loam	Franco-arenoso
Loamy Sandy	Areia franca
Sand	Areia
Silt	Silte

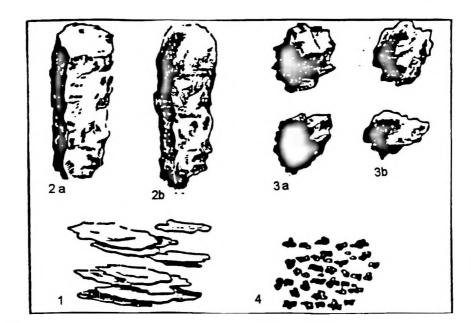
Definição das principais classes texturais do solo:

- Areia : mais de 85% de areia, e a porcentagem do silte mais 1,5x a porcentagem da argila terá de ser menor que 15%.
- Franco: 7 a 27% de argila, 28 a 50% de silte e menos de 52% de areia.
 - Silte: 80% ou mais de silte e menos de 12% de argila.
- Argila : 40% ou mais de argila, 45% ou menos de areia e menos de 40% de silte.

Estrutura:

A classificação da estrutura apresenta três características, a forma, o tamanho e o grau de desenvolvimento das unidades estruturais. A forma define o tipo de estrutura. O tamanho define a classe de estrutura e, o desenvolvimento, o grau de estrutura.

De acordo com o Soil Survey Manual (1993), a estrutura pode ser dividida em macroestrutura e microestrutura. Do ponto de vista morfológico, o que se observa no campo é a macroestrutura.



Os tipos e classe de estrutura são descritas abaixo(Fig. 15)

Fig.15 Tipos de Estrutura: 1) Laminar; 2a) prismática; 2b) colunar, 3a) blocos angulares; 3b blocos subangulares e 4) granular (Lemos e Santos, 1984:17)

- 1) Laminar: aquela em que as partículas do solo estão arranjadas em torno de uma linha horizontal.
- 2) **Prismática:** forma de prisma. É um tipo que predomina a linha vertical. Dois subtipos : prismática(2a) e colunar(2b).
- 3) **Em Blocos** (poliédrica): aquela em que as três dimensões da unidade estrutural são aproximadamente iguais. Podem ser divididas em blocos angulares(3a) e subangulares(3b).
- 4) Granular: apresenta partículas arranjadas em torno de um ponto, como na estrutura em blocos. A estrutura granular tem a forma e o aspecto arredondado, porém, não apresenta faces de contato. É também citada como esferoidal e subdividida em estrutura granular propriamente dita e estrutura em grumos A diferença está em sua porosidade. Na estrutura granular, as unidades de estrutura são relativamente pouco porosas e grumosas. Na estrutura em grumos, as unidades estruturais são muito porosas.

Os graus de estrutura podem ser:

a) Sem estrutura: grãos simples (não coerente) e maciça (coerente).

b) Com estrutura: fraca, moderada e forte. São definidos pela resistência de agregados e pela proporção entre materiais agregados e não agregados.

Porosidade:

A porosidade é definida como "o volume do solo ocupado pela água e pelo ar" (Lemose Santos, 1993:25).

No campo, a porosidade é determinada quanto ao tamanho e quanto à quantidade de macroporos.

- 1- sem poros visíveis.
- 2- muito pequenos: inferiores a 1mm de diâmetro
- 3- pequenos: de 1 a 2mm de diâmetro.
- 4- médios : de 2 a 5mm de diâmetro.
- 5- grandes: de 5 a 10mm de diâmetro.
- 6- muito grandes: superiores a 10mm.

Consistência:

A consistência significa as manifestações das forças físicas de coesão e adesão que se verificam no solo, conforme variações dos teores de umidade, divididas em seco, úmido e molhado. A descrição abaixo foi compilada do manual de solos de Lemos e Santos (1984).

- 1 Seco: caracterizado pela dureza ou tenacidade. Para avaliá-la ,
 deve-se selecionar um torrão seco e comprimi-lo entre o polegar e o indicador.
 Assim, tem-se:
 - a) Solto: não coerente entre o polegar e o indicador
- b) Macio: a massa do solo é fracamente coerente e frágil, quebra-se em material pulverizado ou grãos individuais sob pressão muito forte.
- c) Ligeiramente duro: fracamente resistente à pressão; facilmente quebráveis entre o polegar e o indicador.
 - d) Duro: moderadamente resistente à pressão; pode ser quebrado nas

mãos, sem dificuldade, mas dificilmente quebráveis entre o indicador e o polegar.

- e) Muito duro: muito resistente à pressão. Somente com dificuldade pode ser quebrado nas mãos. Não quebráveis entre o indicador e o polegar.
 - f) Extremamente duro: Não pode ser quebrado com as mãos.
- 2 Úmido: caracterizado pela friabilidade. Para avaliação desta consistência, deve-se selecionar e tentar esboroar na mão uma amostra (torrão) que aparente estar ligeiramente úmida. Tem-se:
 - a) Solto: não coerente
- b) Muito Friável: o material do solo esboroa-se com pressão muito leve, mas agrega-se por compressão posterior.
- c) Friável: o material do solo esboroa-se facilmente sob pressão fraca e moderada entre o polegar e o indicador e agrega-se por compressão posterior.
- d) Firme: o material do solo esboroa-se sob forte pressão; dificilmente esmagável entre o polegar e o indicador, mas apresenta resistência distintamente perceptível.
- e) Muito Firme: o material do solo esboroa-se sob forte pressão; dificilmente esmagável entre o polegar e o indicador.
- f) Extremamente Firme: o material do solo somente se esboroa sob pressão muito forte; não pode ser esmagado entre o indicador e o polegar e dever ser fragmentado pedaço por pedaço.
- 3 Molhado: caracterizado pela plasticidade e pela pegajosidade.Determinada em amostras pulverizadas e homogeneizada com conteúdo de água ligeiramente acima ou na capacidade de campo.
- a) Plasticidade: determinada em campo, rola-se, após ser amassado, o material de solo entre o indicador e o polegar e observa-se se pode ser feito ou modelado um fio ou um cilindro fino (cerca de 3 a 4mm de diâmetro).
 - Não plástico: nenhum fio ou cilindro fino se forma

- Ligeiramente plástico: forma-se um fio que é facilmente deformado.
- Plástico: formas-se um fio, sendo necessária muita pressão para deformá-lo.
- c) Pegajosidade: é a propriedade que pode apresentar a massa do solo, de aderir a outros objetos. Para avaliação de campo, a massa do solo, quando molhada e homogeneizada, é comprimida entre o indicador e o polegar, e a aderência é então observada.

Os graus de pegajosidade são os seguintes:

- Não pegajoso: após cessar a pressão, não se verifica, praticamente, nenhuma aderência da massa ao polegar e indicador.
- Ligeiramente pegajoso: após cessar a pressão, o material adere a ambos os dedos, mas desprende-se de um deles perfeitamente.
- Pegajoso: após cessar a pressão, o material adere a ambos os dedos e, quando estão afastados, tende a alongar-se um pouco e romper-se, ao invés de desprender-se de qualquer um dos dedos.
- Muito pegajoso: após a compressão, o material adere fortemente a ambos os dedos e alonga-se perceptivelmente quando eles estão afastados.

2.2.2 - Horizontes:

Os horizontes são as camadas e/ou zonas mais ou menos paralelas à superfície, após o material originário do solo ser produzido e depositado (Palmieiri e Larach, 1996).

A designação dos horizontes e camadas do solo são feitas pela utilização das letras maiúsculas, cujas principais são: O,H,A,E,B,C,R (Fig. 16)

Na qualificação de distinções específicas dos horizontes ou camadas principais se utilizam letras minúsculas como sufixos.

A seguir, os horizontes serão descritos de modo genérico, apenas para que o arqueólogo em campo consiga determinar as divisões principais das camadas observáveis.

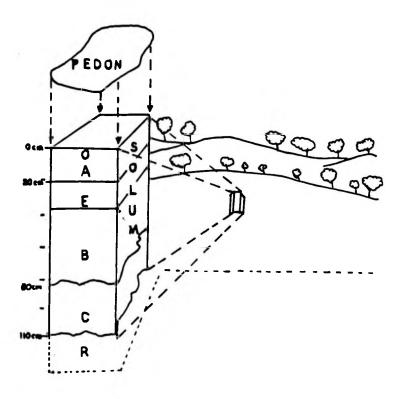


Fig16 Perfil esquemático de solo (Palmieri e Larach,1996:67)

- O horizonte ou camada superficial de cobertura, de constituição orgânica, sobreposto a alguns solos minerais, podendo estar ocasionalmente saturado com água. Consiste também em horizonte superficial de material orgânico (sobretudo de origem vegetal), pouco ou nada decomposto. Desta conceituação se excluem horizontes enriquecidos com matéria orgânica decomposta, incorporada abaixo da superfície ao solo mineral, especialmente por sua decomposição de raízes e atividades biológicas, que é característica de horizonte A.
- H horizonte ou camada turfosa, com acumulação de resíduos orgânicos sob condições de prolongada estagnação de água, salvo se artificialmente drenado.
- A horizonte mineral, superficial ou em seqüência a horizonte ou camada O ou H, de concentração de matéria orgânica decomposta e perda ou decomposição principalmente de componentes minerais.
- E horizonte mineral, cuja característica principal é a perda de argila silicatadas, óxido de ferro e alumínio ou matéria orgânica, tendo como

resultante concentração residual de areia e silte constituído de quartzo e outros minerais resistentes. Encontra-se geralmente sob um horizonte A ou O, dos quais distingue-se pelo menor teor de matéria orgânica, cor mais clara e textura mais grosseira.

B - horizonte mineral formado sob um horizonte E, A ou H, bastante afetado por transformações pedogenéticas, em que pouco ou nada resta da estrutura original da rocha. Nova formação de argilas silicatadas e produção de óxidos, devido a alteração do material parental, promovendo desenvolvimento de cor, normalmente formação de estrutura em blocos, prismática, colunar ou granular.

 C - horizonte ou camada mineral inconsolidada sob o solum relativamente pouco afetado por processos pedogenéticos.

R - camada mineral de material consolidado, tão 'coeso' que, quando úmido, não pode ser cortado com uma pá e constitui substrato rochoso contínuo ou praticamente contínuo, a não ser pelas poucas e estreitas fendas que pode apresentar.

2.2.3 – Principais tipos de solos:

Palmieri e Larasch basearam-se na classificação de solos da EMBRAPA (1981 *apud* Palmieri e Larasch, 1996) para correlacioná-la às unidades de relevo e aos aspectos da vegetação. Baseada nestas características, resumiremos os principais tipos de solo existentes no Brasil.

2.2.3.1 Latossolos

Os latossolos são solos constituídos de minerais não hidromórficos de seqüência de Horizonte A,B e C, e apresentam como característica diferencial a ocorrência de Horizonte B latossólico, isto é, solos que sofrem processos de laterização (latolização). Estes processos ocorrem em condições de clima tropical, onde vigoram temperaturas e precipitações relativamente elevadas, provocando um intenso e rápido intemperismo sobre a rocha matriz, com a decomposição dos minerais primários e, também os secundários de argila,

originando materiais de textura fina(Castro, 1960 apud Silva, 1995).

Essa laterização resulta na formação dos Oxisols (Latossolos), solos dominantes nos trópicos úmidos, com as seguintes características:

- Profundidade variável mais frequentemente entre 1,50 a 4,00m
- Horizonte B apresenta um teor de argila semelhante ao horizonte A ou ligeiramente maior que ele
 - Ausência de minerais primários pouco resistentes ao intemperismo
 - Acidez elevada (pH menor que 5,0)
 - Consistência friável, estrutura maciça porosa e boa drenagem
- Baixo conteúdo de silte e ausência de pedras e calhaus na massa do solo.
 - Ausência de horizonte A₂ eluvial.
 - Baixa disponibilidade de água no perfil.

Podem apresentar concreções lateríticas ou camadas lateríticas, especialmente em contatos geológicos ou por diferencial de drenagem interna. Os latossolos são divididos em:

Latossolo vermelho amarelo - são solos com pequena diferenciação entre os horizontes, relação textural em torno de 1,3, de coloração amarela até vermelha (matizes da ordem de 2,5YR a 7,5 YR), ácidos, com saturação de bases baixas e baixos teores de óxidos de ferro. Este solo aparece nas depressões Amazônicas , na Depressão do Alto Tocantins - Araguaia, no Centro - Sul de Minas e na região das Serras do Mar e da Mantiqueira, no Planalto do Sul de Minas Gerais.

Latossolo vermelho escuro - são solos de coloração vermelho - escura 2,5YR ou mais vermelhos), ácidos e com teores de óxido de ferro intermediários entre o Latossolo Vermelho Amarelo e o Latossolo Roxo. São solos de fertilidade natural muito baixa. Ocupa extensivamente a superfície dos Planaltos Central, Canastra/Alto Rio Grande, moderadamente a Serra Alto Paraguai/Guaporé e na depressão do Médio São Francisco.

Latossolo roxo - são solos de coloração vermelho escura (10R e/ou mais vermelha), argilosos, bastante porosos e profundos, com pequena

variação de cor entre os horizontes.

Os teores óxido de ferro e manganês são altos. O material de origem destes solo são rochas eruptivas básicas e grande susceptibilidade magnética, o relevo varia de ondulado a suave ondulado relacionado com derrames basálticos e diques de diabásio. Áreas extensivas são encontradas nos planaltos Central e de Araucárias da Bacia do Paraná, no Triângulo Mineiro, sul de Goiás, no Mato Grosso do Sul, planalto das Araucárias, planalto e chapada dos Parecis, nas depressões Amazônica Meridional e do Médio Tocantins/Araguaia (relacionados a diques de diabásio).

2.2.3.2 - Solos Podzólicos (ou solos com horizonte "B"textural)

São solos formados pela podzolização, caracterizada pela acumulação de um manto de matéria orgânica na superfície e uma remoção de argilas e compostos de ferro de uma camada superior para uma inferior. Dessa forma, surge um embranquecimento ou descoloração do horizonte imediatamente abaixo da capa orgânica denominada A_2 (eluvial) e um enriquecimento subjacente, formando um horizonte iluvial (B) no qual concentram os minerais argilosos e os óxidos. Esses solos caracterizam-se pela:

- espessura mais frequentemente entre 0,40 e 1,20m;
- conteúdo de argila superior ao do horizonte A;
- ocorrência de minerais primários pouco resistentes ao intemperismo;
- estrutura em blocos, moderada e fortemente desenvolvida;
- presença de filme de argila recobrindo os agregados;

Dentre os solos B texturais, as maiores categorias são:

Podzólico vermelho amarelo – solos com nítida diferenciação entre os horizontes, apresentando sub-horizonte A2, com teor de argila do horizonte B, mais elevado que o horizonte.

Podzólico bruno-acizentado – solos minerais moderadamente drenados, com B textural bem nítido e com a parte superior escurecida. A atividade de argila é alta. Aparece restrito ao planaltos Sul-Riograndense, da Campanha Gaúcha e aos patamares da Bacia do Paraná.

Brunizem – solos pouco profundos, horizonte A preto e profundo, do tipo chernozênico, e horizonte B textural ou câmbico de cores escuras (cromas e valores baixo e argila de atividade alta). Ocorrem nos planaltos da Campanha Gaúcha e Sul – Riograndense.

Bruno não cálcico - solos pouco profundos e/ou rasos, com horizonte Btextural (Bt) de coloração vermelha viva, atividade de argila alta. Ocorre exclusivamente no Sertão Nordestino.

Cambissolos – solos pouco desenvolvidos e com horizonte B incipiente. Aparecem predominantemente em superfícies topográficas forte onduladas e montanhosas, no Planalto das Araucárias e nos patamares da Bacia do Paraná.

2.2.3.3 - Solos hidromórficos

São solos intrazonais, nos quais as características dos solos zonais não se desenvolveram, em grande parte, devido à grande influência da água no perfil. O encharcamento desses solos podem ocasionar o acúmulo de matéria orgânica ou fenômeno gleização, provocado pela redução e solubilização dos compostos de ferro, e que é evidenciado pela cor cinzenta e por mosqueamento.

Gleissolos – solos hidromórficos com seqüência de horizontes, preferencialmente A ou H e horizonte glei . Apresentam horizonte A superficial de cor preta, teores de matéria orgânica elevados e espessura variando de 10 a 30cm. Aparecem extensamente nas planícies fluviais e distribuem-se por todo o Brasil, sob diversas condições climáticas.

2.2.3.4 - Solos pouco desenvolvidos

São solos azonais que apresentam como principal característica o pequeno desenvolvimento do perfil. A seqüência dos horizontes nesses solos é A-C ou A-R, não estando presente o horizonte B bem desenvolvido.

Solos aluviais - são solos situados em várzeas ou terraços, com horizontes pouco desenvolvidos e/ou camadas estratificadas de natureza

argilosa, siltosa e/ou arenosa, dependendo da natureza do sedimento. O horizonte superficial apresenta cor escura com teores médios de matéria orgânica. Os horizontes e/ou camadas apresentam cores vivas amareladas e/ou avermelhadas. As camadas mais profundas ,em geral, apresentam cores acizentadas associadas à presença do lençol freático.

Litossolo – são solos ácidos, muito rasos, pouco desenvolvidos, constituídos pelo horizonte superficial, de pequena espessura, formado com a acumulação de matéria orgânica, seguido pela rocha pouco alterada ou consolidada.

Regossolos — são solos pouco desenvolvidos, constituídos de um horizonte A assentado sobre um horizonte C, profundo e arenoso e cascalhento. O material de origem são os arenitos. Aparece no Planalto da Borborema e na depressão Sertaneja, na Depressão Alto Paraguai, no Pantanal, nas Serras do Mar e Mantiqueira e no Planalto Sul-Riograndense sob vegetação campestre.

Podzol – solo de formação areno-quartzoza com nítida diferenciação e sequência de horizontes do tipo A,E ,B podzol e C. Estão associadas a planície e cordões litorâneos e dunas estabilizadas, sob vegetação de restinga, com substrato gramíneo.

3 - POTENCIAL ANALÍTICO DE SEDIMENTOS E SOLOS APLICADOS À ARQUEOLOGIA

Neste capítulo serão abordados diversos tipos de análises realizadas em solos e sedimentos arqueológicos, enfatizando não só os procedimentos metodológicos utilizados como também as técnicas de coleta de amostras e de análises, com o intuito de apresentarmos o seu potencial informativo em pesquisas arqueológicas.

Dividimos os itens do capítulo em Análises Químicas, Micromorfologia, Restos Vegetais, Microartefatos e Datações.

A escolha da abordagem de algumas análises e não outras foi baseada na natureza do material e no objetivo geral do trabalho.

Cada item, então, teve a preocupação em definir cada tipo de análise, seu potencial analítico em sítios arqueológicos, técnicas de coleta de amostras, métodos de análise em campo (quando possível) e laboratório, e mencionar os trabalhos já desenvolvidos em sítios arqueológicos no Brasil (quando existentes).

3.1 - Análise química

3.1.1 - Fostato

3.1.1.1 – Definição e potencial analítico em arqueologia

A composição química do solo é alterada pela deposição ou decomposição de restos orgânicos e inorgânicos. Numa microescala, solo e assentamentos humanos exibem anomalias de pH e tais assentamentos, freqüentemente, acrescentam concentrações de cálcio, nitrogênio, carbono e fósforo.

A estabilidade do fósforo no solo é decorrente de sua ligação com cátions de ferro, alumínio e cálcio, facilitando a sua identificação.

A análise do fosfato⁴ geralmente está associada às questões referentes à fertilidade do solo, onde os macro e micro nutrientes das plantas e a matéria orgânica, fertilizantes artificiais e contaminações atuais vindas de indústrias são fatores que indicam a presença, a quantidade ou ausência de fósforo no solo.

Podemos considerar o fósforo um componente essencial das moléculas biológicas que armazenam e liberam energia, como o ATP (Adenosina Tri Fosfato). O Homem retorna o fosfato biológico na forma de excrementos, restos de comida, refugo doméstico, vestígios de plantas e animais, incluindo sepultamentos humanos (Lambert, 1997; Eidt, 1985).

É a partir deste pressuposto que será incluída a análise do fosfato aos trabalhos de arqueologia. Este tipo de análise geralmente fornece informações a respeito de localização e delimitação de antigos assentamentos humanos, como áreas de habitação, cemitérios, áreas de plantações fertilizadas, etc.

As diferenças dos teores de fosfato no solo serão o parâmetro para distinguir as áreas alteradas por atividades humanas, que Eidt (1985) denominou de *antrosolos*, e das áreas não alteradas.

⁴ O fósforo (P) é o nome do elemento químico. O fosfato é uma molécula (PO₄) que se liga a outros elementos, como por exemplo, o fosfato de cálcio.

Ele observou que a quantidade de fosfato depositada pelo Homem é muito maior do que ocorre na Natureza, exemplificando que "100 cabeças de gado acrescentam 4.2 mg/m²/dia de fósforo num pasto de 100ha, e o cultivo de uma colheita por ano em 100ha, perde 0.04mg/m²/dia, um assentamento residencial de 50 pessoas ocupando uma área de 0.1ha resulta num acréscimo de fósforo de 187.6mg/m²/dia".

A interpretação das concentrações de fosfato é complexa, pois temos que levar em conta vários fatores como a variação do tipo de solo, o uso do solo atual (p.ex., se for uma área de pastagem intensiva, ocorrerá um desgaste do solo, causando erosão e conseqüente lixiviação dos minerais do fosfato), a distribuição vertical no solo e a quantidade de amostragens (Proudfoot, 1976; Crowther, 1997).

Crowther(1998) alertou que muitas vezes o arqueólogo busca situações ideais em campo, isto é, já parte do pressuposto de que não existe uma variação natural de antigas concentrações de fosfato no solo, e que todo fosfato adicionado na matéria orgânica é mineralizado e fixa-se no solo, inexistindo qualquer tipo de fosfato subsequente após o abandono do sítio.

Esta é uma situação ideal, porém existe a possibilidade de haver o enriquecimento do fosfato no solo pela matriz rochosa natural ou por algum vestígio deixado por antigos assentamentos humanos. O autor esclarece também que "o enriquecimento por si só não identifica a fonte, mas pode ser sugerido por outras evidências do sítio".

Alguns métodos de análise e técnicas de coleta serão discutidos a seguir com o intuito de demonstrar a importância destas informações para as pesquisas arqueológicas.

3.1.1.2 - Coleta de amostras:

a) Estratégias de coleta em campo

No caso de levantamentos para identificação e delimitação de sítios arqueológicos, o cuidado será definir as estratégias de amostragens e a necessidade de tirar um número suficiente delas, não esquecendo das amostras de solos-controle, cujos dados, servirão como parâmetros de comparação entre as áreas de atividades humanas e naturais.

Freqüentemente, para identificar os limites dos sítios, as amostragens podem ser feitas por meio de transectos em ângulos retos em 4 direções, utilizando-se quatro pontos cardeais. Como no caso dos levantamentos dos sítios na Lacônia, Grécia; estudados por Cavanagh et.al. (1988). Um dos sítios apresentavam estruturas de pedras, telhas, cerâmica, artefatos de terracota do Período Helenístico, outros apresentavam diversas fases de ocupação (do Período Helenístico até o Período Bizantino), com fragmentos cerâmicos, ruínas da igreja Bizantina e telhas. As amostras de solo foram tiradas a partir do centro, definidas pela maior concentração dos fragmentos cerâmicos encontrados dentro das estruturas, em intervalos de dois metros e transectos de 30 metros em cada direção.

Concomitantemente, foram coletados todos os fragmentos numa área de 1 m² a cada 2 metros, no caso de haver qualquer vestígio arqueológico, como lítico ou cerâmica para fins de comparação entre essa distribuição e a análise do fosfato.

Lippi (1988) ao pesquisar o sítio arqueológico Nambillo, no Equador, observou que o tipo de estratégia descrita acima era imprópria para uma área de colina coberta por uma densa vegetação equatorial, e sem muito material de superfície, por isso, necessitou adaptar a coleta de amostras de acordo com a problemática do sítio.

Assim, ele e sua equipe confeccionaram uma sonda cilíndrica de 8 cm de diâmetro e uma série de tubos galvanizados para obter amostras de até 4 metros de profundidade. A estratégia de amostragem foi selecionada a partir

de um ponto próximo ao centro e pontos altos de cada colina com os trados de solo(soil probe) em intervalos de 5 metros em transectos separados de 30.

Cada amostra de solo foi retirada pela sonda cilíndrica, cuidadosamente lavada e colocada em sacos plásticos, tomando cuidado para não contaminá-las com as mãos .

Estes foram alguns exemplos realizados em áreas totalmente distintas em que a estratégia de coleta de solo foi adaptada de acordo com a problemática de campo, além dos objetivos impostos pelo arqueólogo.

No caso do Sítio Areia Branca 6, município de Itapeva, SP (cf. cap.4 desta dissertação) por exemplo, foram definidas coletas verticais ao longo do perfil longitudinal e alguns transversais, que abrangesse toda a área do montículo, além de coleta de amostras do perfil natural, próximo ao montículo. O objetivo, no caso, foi identificar a concentração do fosfato para inferir a área em que foi sepultado o indivíduo ou indivíduos.

b) A coleta

Eidt e Woods(1974) descreveram detalhadamente a coleta de amostras e os cuidados a serem tomados para evitar contaminação e interpretações erradas. As amostras são retiradas de aproximadamente 10 cm abaixo da superfície, para evitar os efeitos de distúrbio de arado, material orgânico e intemperismo.

Os instrumentos utilizados para coleta são a pazinha de jardineiro, colher de pedreiro, pá ou trado.

Qualquer um dos instrumentos utilizados deverá ser limpo com uma escova, lavado com o próprio reagente ou com água destilada, antes e depois de ser usado.

A quantidade de solo necessária para a análise em campo (spot test) é de 50g e para a análise em laboratório é de 5 a 10 gramas .

As amostras são embaladas em sacos plásticos ou pequenos frascos com tampa. Os sacos de papel e caixas de papelão não devem ser usados,

pois além de possuírem certa quantidade de fosfato, podem se desintegrar no contato com um solo mais úmido.

Cada amostra deve ser etiquetada com o número do sítio, horizonte e profundidade da amostra.

Para evitar contaminações, duas regras gerais devem ser seguidas:

- a) as amostras são retiradas, sempre, da base para o topo do perfil
- b) as amostras nunca devem ser tocadas diretamente com as mãos.

3.1.1.3 - Método de análise

Todos os métodos para análise do fosfato foram aproveitados e adaptados das análises de fertilidade do solo.

Existem duas fontes de fosfato no solo, o orgânico e o inorgânico (não fez parte das moléculas de base-carbono). O orgânico está presente em excrementos ou restos alimentares, e o inorgânico nos ossos, por exemplo.

Eidt (1973,1985) descreveu que os fosfatos orgânicos podem se transformar em inorgânicos fixando-se com o ferro, alumínio e cálcio. Quantidades precisas de fosfatos mineralizados são ionizados, tornando-se parte do fósforo "disponível" exigido para o crescimento normal das plantas.

Alguns desses fósforos disponíveis escapam do sistema durante a lixiviação, e uma pequena parte do fosfato total orgânico e inorgânico fixa-se no solo.(Fig. 17)



Fig 17 Ciclo do Fosfato em Solos (Eidt, 1985: 160)

Os quatro métodos mais utilizados são o *spot-test*, a análise por fracionamento, por volume e o fosfato total. O primeiro é o único a ser realizado em campo e será descrito a seguir, as outras análises estarão descritas no Apêndice 1 (Adaptado de Sanchez *et al.* 1996, Crowther, 1997).

Teste de mancha (spot-test) - Neste tipo de método de detecção do fosfato, o valor é relativo, baseado na intensidade da cor que aparece após alguns minutos de contato com a amostra do solo. É possível fazer análise rápida em grande número de amostras a custos reduzidos (Eidt,1977). É utilizado para determinar áreas de atividade, embora seja melhor para localizar e delimitar os sítios arqueológicos.

Descrição dos reagentes

Reagente A – utilizado para extrair o fosfato (durabilidade de um mês)

Misturar 35 ml de 5N HCl com 5g de molibidato de amônia dissolvido em 100ml de água destilada gelada.

Reagente B – reagente redutor (é necessário preparar todos os dias)

Dissolver 0.5g de ácido ascórbico(C₆H₈O₆) em 100ml de água destilada Sugere-se que várias cápsulas de 0.5g de ácido ascórbico sejam preparadas antes de ir a campo.

Especial atenção na limpeza do equipamento devido à fácil contaminação do fosfato nos vidros por sabões modernos, tampas de cortiça ou borracha, e águas contendo impurezas, podendo ocorrer erros de leitura.

Todos os vidros devem ser lavados em 5N de HCl e enxaguados diversas vezes com água destilada, e por último, com os respectivos reagentes, antes de serem usados.

- Descrição dos procedimentos do *spot test* (Eidt,1974): Retira-se aproximadamente 50mg de solo(quantidade equivalente a ponta da lâmina de uma faca), e umedecida com duas gotas do reagente líquido, em seguida, coloca-se num filtro de papel.

Esse filtro de papel é colocado num pequeno bequer, uma xícara ou um tripé aberto no topo, do tipo usado com o bico de *bunsen*. Se o solo estiver muito compactado, dever ser 'quebrado', espalhado com a faca , nunca com as mãos.

Adiciona-se 2 gotas do reagente A na amostra e após 30 segundos adiciona-se a mesma quantidade do reagente B. 30 segundos depois da adição do reagente B, um anel azulado se formará, indicando a presença do fosfato. A intensidade da cor e a definição dos traços desses anéis indicarão diferentes quantidades de fosfato na amostra. Todas as leituras devem ser feitas num intervalo de 2 minutos, pois este teste produz uma reação contínua, e o anel se irradia por todo o filtro após este espaço de tempo.

Eidt (1977) desenvolveu uma nova técnica para estabilizar o anel após os 2 minutos, por meio da lavagem do filtro de papel numa bandeja preenchida com uma solução de citrato de sódio (2 partes de água e 1 parte de citrato de sódio). Os papéis secam rapidamente e podem ser guardados como um registro permanente. Porém, apenas o autor a utilizou, os outros preferimram utilizar o 'spot test' apenas como um indicador rápido e fácil da

presença de fosfato no solo, para posterior análise quantitativa em laboratório.

Para uma leitura padronizada deste teste em campo, Eidt estabeleceu uma tabela de valores do fosfato:

Valor do fosfato	1	2	3	4	5	6
Tempo di aparecimento do raios (segundos)	e 120+ s	90-120	50-100	20-60	5-30	0-10
Porcentagens d anéis na amostra	e 0	0-50	50	75	100	100
Comprimento do raios (mm)	s 0	0-2	2-3	3-5	5-8+	5-8+
Intensidade da Co Azul	r Nenhu m	Muito claro	Claro	Meio escuro	Escuro	Muito escuro

Estes valores foram testados em campo, no sítio Areia Branca 6, município de Itapeva, SP; entretanto, além de não facilitar a observação, sua utilização foi extremamente confusa.

Por exemplo, ao iniciar o teste, muitas vezes, a combinação destes valores não estavam de acordo - em 30 segundos, aparecia o anel completo com uma intensidade muito clara. Assim, desprezou-se a tabela, iniciando um parâmetro comparativo da intensidade da cor azul em relação ao tempo de aparecimento dos raios, denominando "fraco", "médio" e "forte". Esta análise será discutida com mais detalhes no capítulo 4.

O fosfato derivado de fertilizantes pode causar um azul claro no spot test, em contraste com as linhas azuis escuras derivadas de vestígios humanos. Este contraste de cor é evidente onde os vestígios humanos deixam concentrações muito mais altas do que qualquer fertilizante forte.

Limitações do spot test

Embora esse teste dos anéis seja muito útil para identificar as áreas de assentamentos passados, principalmente onde nenhum vestígio material foi encontrado, existem certas limitações quanto à sua interpretação:

- a) Observa-se que a precisão deste teste é baixa, pois os valores são determinados qualitativamente e podem variar de local para local.
- b) Dependem do tamanho da amostra, percepção da cor, temperatura, e a extração desigual dos tipos de fosfatos. É necessário comparar todas as amostras com àquelas zonas não ocupadas da região.
- c) Os resultados podem variar sazonalmente em locais onde o fósforo disponível é mais extraído (p.ex para cultivo).
- d) O teste não distingue solos em que haja quantidades proporcionais do fosfato nativo e o antrosolo.

Este teste, mesmo recebendo críticas quanto à fraqueza dos reagentes para detectar a concentração do fosfato, precisa ser testado de maneira mais ampla em solos tropicais.

Por ser um teste rápido e de custo reduzido, serve para elucidar muitas das estratégias de escavação do sítio, visto que podemos identificar certas áreas de concentração de fosfato em campo, direcionando a pesquisa de acordo com estas informações.

Deve se enfatizar que estes dados **sempre** devem ser associados às outras feições do sítio.

3.1.1.4 - Pesquisas no Brasil

No Brasil, no final da década de 60 e na década de 70, alguns arqueólogos como Pallestrini(1969) e Kneip(1977) tiveram a preocupação de analisar quimicamente o solo e o sedimento do sítio, dando um caráter multidisciplinar às pesquisas arqueológicas, e podendo ser consideradas, provavelmente, as precursoras de estudos deste tipo no Brasil. Tais estudos indicaram que a terra preta encontrada em sítios arqueológicos estavam

diretamente associadas às atividades humanas, ao serem analisadas geologicamente e quimicamente, apresentaram quantidades desproporcionais de carbono, fósforo e outros elementos químicos em relação ao solo natural.

Em Santa Catarina, Reis (1980), analisou concentrações de fosfatos e outros elementos químicos nas casas subterrâneas, aterros e nos montículos de terra. A autora verificou que havia concentrações mais altas de fosfato no interior das casas subterrâneas que no seu entorno. Nos montículos de terra, considerados túmulos dos antigos Kaingang, foram analisadas e identificadas certas áreas de maior concentração de fosfato. Por não haver muitos vestígios materiais, a análise geoquímica auxiliou a inferir juntamente com outras feições antrópicas, como a construção do montículo, ou a forma côncava das casas subterrâneas, a presença de atividades humanas. Pabst (1991) comparou a terra preta arqueológica e o latossolo natural presentes na região amazônica através da análise geoquímica, e Kern (1998), em seu estudo nos sítios de Caxiuanã, Pará, conseguiu mapear algumas áreas de atividades pela análise geoquímica, exemplificando que as concentrações incomuns de zinco, magnésio e cobre seriam provenientes de grandes volumes de restos vegetais, como coberturas de cabanas ou de cascas de mandiocas, inferindo que seriam as áreas de habitação.

3.1.2 - Outros elementos químicos

3.1.2.1 - Definição e potencial analítico em arqueologia

O fosfato, sem dúvida alguma, oferece as informações mais importantes sobre a geoquímica do solo ,complementando os dados de um sítio arqueológico. Porém, existem outros elementos que, em menor proporção, também podem fornecer dados juntamente com a análise do fosfato.

Para identificar tais elementos, é preciso um estudo tanto dos tipos de materiais encontrados como do tipo de solo do local, ou seja, é necessário definir se os elementos químicos foram herdados do material original ou acrescentados ao solo através de processos naturais ou culturais.

Na bibliografia citada, os autores estudam a relação do material em contato com o solo, por exemplo, a troca dos elementos químicos dos ossos humanos enterrados (ou apenas a mancha de sua decomposição) com o solo, (Bethell *et.al.*, 1989; Keeley *et.al.*,1977; Lambert *et.al.*,1979, Nicholson,1998; Pate e Hutton,1988 e White e Hannus,1983),ou ainda a identificação de áreas de atividades (Barba e Ortiz,1992; Konrad *et. al.*,1983 e Middleton e Price,1996).

A maioria dos textos não apresentam as técnicas de coleta de amostras, apenas as citam de modo genérico .Basicamente, as estratégias de coleta, bem como a coleta em si, são idênticas às do fosfato, pois a finalidade é a mesma – identificação de elementos químicos no solo. Já os métodos de análise variam de acordo com cada autor e de suas condições de efetuar as análises.

Barba e Ortiz (1992), por exemplo, fizeram análises experimentais em um povoado atual no México e depois compararam-nas com alguns sítios arqueológicos da região, determinando para cada elemento um tipo de análise.

Eles identificaram altas concentrações de Cálcio e Carbonatos na área da cozinha e ácidos graxos nesta mesma área e no local do banho. Eles não conseguiram interpretar a alta concentração de ferro em certas porções do

piso de ocupação, apenas que está associada ao assentamento humano.

William I. Woods (*apud* Lambert, 1997) fez o levantamento de um forte francês, em Illinois, medindo as concentrações de cálcio, fosfato e o pH. Neste caso, as amostras foram coletadas numa sondagem de 2m², com transectos direcionados em N-S. Nestes transectos, ele observou que as concentrações de cálcio e fosfato apresentaram picos apenas dentro do limite de uma área retangular acompanhando uma queda da acidez do solo. Esta concentração encontrava-se exatamente nos cantos desta área retangular, interpretada como a paliçada que contornava o forte; em seu interior, havia uma concentração menor destes elementos, interpretada como área de habitação. O solo da área era relativamente ácido, mas os materiais da paliçada e de atividades humanas serviram para neutralizar o solo.

Em trincheiras e buracos de estacas, por exemplo, a concentração de ferro e magnésio pode aumentar, dando uma cor avemelhada brilhante.

O magnésio é associado às madeiras e alguns minerais. Konrad et.al.(1983) utilizaram o magnésio para localizar áreas associadas a fogueiras e cinzas de fundos de cabanas. Eles encontraram diversas áreas de alta concentração de magnésio associadas às de fosfato e cálcio (que indicam sítios de habitação). Em outras áreas, as altas concentrações de Mg não coincidiam com as altas de Ca e P, e estavam meio afastadas da área de ocupação, levando a crer ter sido um local de lascamento pelo tratamento térmico (pois foram encontrados concentração de lascas de sílex).

A questão, entretanto, para estudar certos elementos químicos, é a dificuldade de fixação no solo. Em organismos vivos, por exemplo, o enxofre, sódio, potássio e cálcio estão sempre presentes (além do fosfato), mas ao se decomporem no solo, eles são carregados por insetos, bactérias e fungos, perdendo parte do carbono, nitrogênio e enxofre. O sódio e o potássio são altamente solúveis, e podem ser removidos rapidamente por lixiviação.

3.1.2.2. - Métodos de análise:

O método utilizado por Middleton *et.al.*(1996) foi o da análise de Espectrometria de Emissão Atômica por Plasma de Acoplamento Induzido (ICP/AES)⁵. Esta análise tem a vantagem de determinar, ao mesmo tempo, um grande número de elementos, a um custo reduzido. Para a análise em laboratório vide o Apêndice 2.

⁵ Para entender o funcionamento do ICP/AES, cf. Ratti,G. (1997) – Métodos e Recurso da Análise Química. Atas do Simpósio Internacional "Análises Físicas e Químicas no Estudo do Material Arqueológico". Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia, suplemento 2.USP. SP.

3.1.3 - Matéria orgânica

3.1.3.1 - Definição e potencial analítico em arqueologia

A matéria orgânica é composta por resíduos de animais e vegetais decompostos, sendo vital para a formação dos solos. Os sedimentos que contêm altas concentrações de matéria orgânica são denominados de carbonosos.

A importância deste estudo em contextos arqueológicos é dada pelo fato de a matéria orgânica derivar dos resíduos deixados por antigas ocupações, como restos de comida, excreções, restos de fogueira, etc, que enriquecem a superfície formando a matéria orgânica. A matéria orgânica pode ser encontrada em feições ou estruturas arqueológicas, como manchas de fogueira ou buracos de estacas, identificando as camadas estratigráficas, sendo também fontes imprescindíveis para as datações radiocarbônicas e indicadores do ambiente (Stein, 1992).

Existem duas fontes de matéria orgânica, que geralmente são confundidas pelo arqueólogo.

- Fonte sedimentar de Matéria Orgânica

Em contextos arqueológicos, predominam os chamados sedimentos clásticos, isto é, sedimentos que contêm fragmentos ou partículas derivados da rocha matriz ou de artefatos ,como lítico, cerâmica e metal. Além dos clásticos, temos os sedimentos biológicos e químicos.

Os agentes de transporte dos sedimentos clásticos arqueológicos são as pessoas que carregam seus alimentos, seja uma caça ou vegetais, para a sua área de habitação.

A descrição dos sedimentos clásticos orgânicos em sítios arqueológicos, como ossos, carvões, conchas, sementes, etc, é semelhante à descrição de outros sedimentos clásticos (Shackley,1975).

- Fonte Pedogênica de Matéria Orgânica

Denominada de Solo de Matéria Orgânica (SMO). É definida pelos pedólogos como a acumulação de animais e plantas mortas, parcialmente

decomposta, apresentando resíduos de plantas e animais parcialmente resintetizados e os resíduos completamente decompostos, denominados húmus (Stein, 1992).

O SMO acumula-se em paisagens estáveis, fazendo parte da comunidade biológica e controlado de acordo com a disponibilidade de nutriente, água, calor e luz.

A questão é identificar as fontes de matéria orgânica. Muitos arqueólogos consideram a acumulação da matéria orgânica na superfície como apenas um evento deposicional, o que de fato não é.

O solo e sua matéria orgânica são formados em sedimentos após a deposição.

O termo "matéria orgânica" inclui várias combinações de elementos como o carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo e enxofre, mas é sempre confundido com o carbono orgânico, que é apenas o átomo de carbono que se junta a vários componentes, como as proteínas, glicoses, carbohidratos, gorduras na matéria orgânica fresca. Com o processo de decomposição, todos estes elementos se transformam em húmus, cuja substância é composta de humina, ácido húmico e ácido fúlvico (Kumada, 1987 apud Stein, 1992).

Este processo libera o carbono em forma de gás, o dióxido de carbono, que pode ser transferido do sedimento para a atmosfera ou dissolvido na água do solo, produzindo ácido carbônico e um pH baixo. Nas regiões temperadas, metade do carbono orgânico produzido durante a gênese do solo é perdida na atmosfera nos primeiro 3 a 4 meses, e nos trópicos, esta metade é perdida apenas em 3 a 4 semanas. Isso demonstra o quanto o carbono orgânico contido no solo de matéria orgânica ou sedimento orgânico é reduzido durante a decomposição.

Novas matérias orgânicas são também acrescentadas anualmente, repondo 50 a 80% da matéria orgânica perdida (no caso das regiões temperadas).

O carbono total e o carbono orgânico são geralmente analisados pela

incineração da amostra, medindo-se a quantidade de dióxido de carbono expelido.

Os carbonatos são determinados pela quantidade de dióxido de carbono na amostra, extraído por um ácido ou medindo o peso perdido pela queima.

Técnica da Perda por Ignição (Loss-on-Ignition).

Esta técnica de LOI foi utilizada por Dean (1974 apud Stein,1984), para determinar a porcentagem de matéria orgânica e também do carbonato (APÊNDICE 3).

Em contextos arqueológicos, a matéria orgânica possui um potencial de análise muito importante no que se refere a:

- Datação pela Matéria Orgânica Utilização da técnica de datação radiométrica para estipular a idade das substâncias orgânicas presentes tanto em partículas grandes (carvão, concha, osso, madeira) como em grãos finos amorfos, produto da decomposição (datando a idade dos horizontes do solo).
- Reconstrução de Paisagens Antigas Importante para saber onde as comunidades pretéritas viviam, e de que maneira isto afetava suas atividades. Para estudá-la através da análise de matéria orgânica sedimentar e de solos, correlaciona-se às várias localidades do sítio e o seu entorno, bem como os artefatos encontrados.
- Definição de alguns aspectos de um sítio arqueológico Delimitação das diversas ocupações (horizontalmente e verticalmente), pelas suas feições, pela fonte do depósito ou pelas alterações pós-deposicionais.

3.2 - Micromorfologia

3.2.1 - **Definição**:

A micromorfologia é definida por Goldberg (1992) como o "estudo de lâminas da matéria do solo ou sedimento não perturbado".

É muito utilizada na geologia e na pedologia para se obter informações a respeito de gênese e dos processos de determinados solos e/ou sedimentos, que não são visíveis a olho nú.

O uso da micromorfologia em contextos arqueológicos não é muito conhecido, e geralmente está associado às análises petrográficas da cerâmica. Lentamente, com a ampliação dos objetivos, os dados obtidos foram aplicados para identificar, por exemplo, o paleoclima da região do sítio e solos de ocupação.

Todas as informações aqui descritas foram extraídas basicamente de três publicações: Courty et al. (1989), Davidson et.al. (1992) e Goldberg,P. (1992). Estes autores podem ser considerados os precursores dos estudos da micromorfologia aplicada à arqueologia. Os outros autores presentes na bibliografia são referências de estudos de caso nos quais se aplicou a análise de lâminas de solos para entender certas feições arqueológicas.

3.2.2. - Coleta de amostras

O número e a localização das amostras a serem coletadas dependem dos objetivos da pesquisa e as questões delir eadas para o sítio. (Courty *et. al.*,1989)

Para tanto, os autores acima citados, apresentam três tipos de estratégias de coleta:

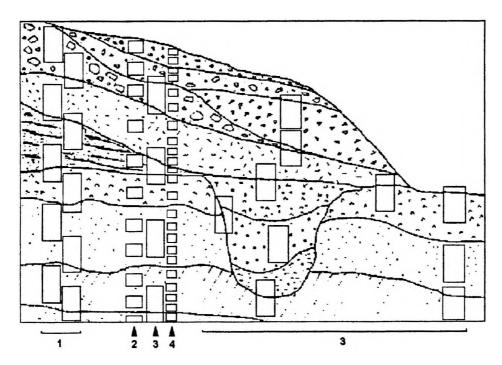


Fig. 17a Estratégias de coleta de amostras (Courty et al.,1989:41)

1) Amostragens sistemáticas (Fig.17a, n.1) — servem para a identificação das variações geológicas, pedológicas e seqüências arqueológicas de uma estratigrafia, pressupondo que existam as três variáveis. Este tipo de coleta requer amostras retiradas de uma coluna no perfil, uma acima da outra, sem nenhum intervalo entre elas. Quando houver uma mudança de camadas, deve-se também coletar entre as camadas. Se o perfil se apresentar totalmente homogêneo, recomenda-se retirar amostras de 5 a 10cm de distância entre as camadas, para entender o desenvolvimento dos perfis de solos.

- 2) Amostragens seletivas (Fig.17a, n.2) –servem para resolver questões específicas do sítio ou para complementar as informações do perfil já amostrado sistematicamente, que apresenten variações laterais (P.ex. as cinzas de uma fogueira que migrou lateralmente, etc.) Em sítios arqueológicos, a coleta de amostras é feita em diferentes locais dentro de uma mesma unidade, para identificar o "solo de ocupação" e também para coletar e guardar informações das partes do sítio que poderão desaparecer no decurso da escavação. No caso de uma fogueira, por exemplo, uma amostra pode ser tirada de dentro e do seu entorno para observação da distribuição lateral das cinzas e carvões.
- 3) Amostragem por volumes (Fig.17a, n.3) estas amostras servem tanto para a micromorfologia quanto para análises químicas e mineralógicas. Podem ser coletadas ao mesmo tempo e lugar, apenas evitando os limites entre a camadas. As amostras para palinologia (na Fig.17a, n.4) e microfauna, devem ser coletadas da mesma área.

As amostras para análise de micromorfologia precisam se apresentar sem deformações, preservando assim a organização original dos materiais em estudo.

Quando os sedimentos apresentarem-se pouco cimentados, deve-se utilizar uma caixa de metal (também conhecida como "Kubiena tin") a qual é inserida dentro da unidade. Ao mesmo tempo, o material ao redor da caixa é cuidadosamente removido com uma faca (Fig.18). Quando a caixa estiver totalmente inserida no perfil, uma faca é introduzida para separar a caixa com a amostra do material ao seu redor. A caixa é fechada dos dois lados, e amarrada com fita adesiva. Com uma caneta, escreve-se a posição da coleta, com uma seta indicando o topo, além do nome do sítio, data da coleta e o número da amostra. A localização e a profundidade da coleta devem ser colocados nos desenhos de perfil do sítio.

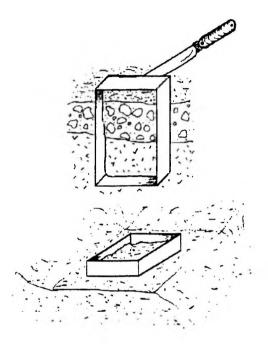


Fig.18 Coleta de amostra indeformada com a caixa de metal "Kunbiena Tin" (Courty et al.,1989:43)

Os sedimentos mais cimentados não necessitam de caixas. Basta cortar o bloco com uma faca e embrulhar com um papel ou jornal, e amarrar bem firme com a fita adesiva.

No Brasil, a coleta de amostra foi adaptada destes mesmos procedimentos, utilizando, ao invés da caixa de metal, uma vasilha de plástico ou uma saboneteira.

O tamanho da amostra depende do tamanho da lâmina que se quer obter. Quanto maior a lâmina, maior será o custo para fazê-la, porém, sua visibilidade e abrangência das feições observáveis também aumentarão.

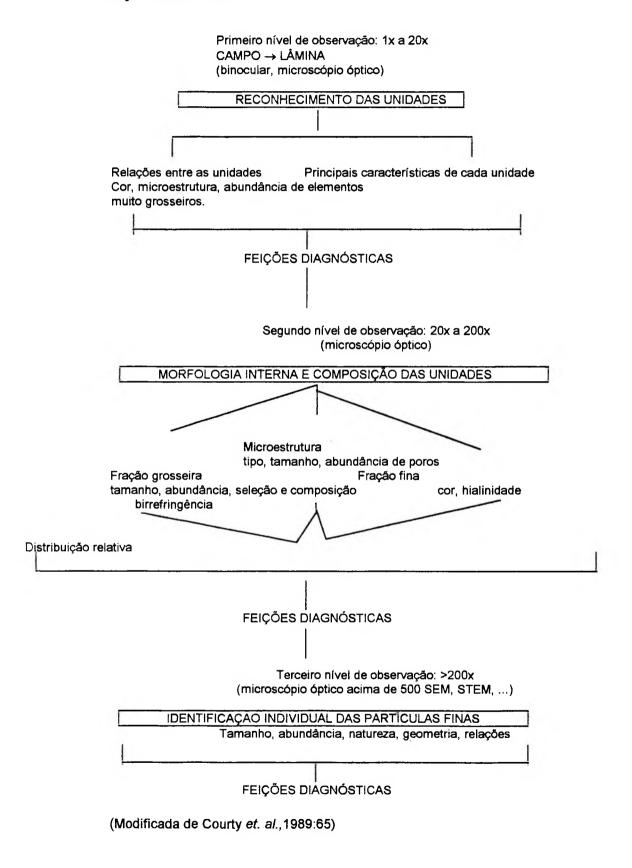
Em campo, um bloco de 10x6x6 cm pode se adequar a qualquer proposta de análise.

As técnicas de preparação de lâminas de solos e sedimentos diferem um pouco daqueles utilizados na petrografia, onde as rochas são geralmente duras e podem ser facilmente cortadas do bloco coletado em campo, transportado para laboratório e seco num forno por vários dias a ~ 60°C.

Depois, é impregnado com uma resina de poliester ou epoxi sob vácuo, e fatiado com uma serra para cortar rochas. O bloco é finalmente montado numa lâmina de vidro polido, numa espessura padrão de 30 μm.

A observação e descrição das lâminas representam efeitos combinados de processos sedimentológicos, pedológicos e antropogênicos denominados "feições". As feições sedimentares e pedológicas são melhor conhecidas do que as arqueológicas, sendo difícil estabelecer 'regras' precisas para descrever as lâminas. O pesquisador deve ser guiado pelas questões impostas pelo sítio.(Courty et al. 1989).

Para uma orientação geral, o quadro abaixo indica os níveis de observação das lâminas.



Observa-se pelo quadro apresentado que o nível de análise vai até a identificação individual das partículas finas. Existem diversos atributos descritivos para a identificação das feições propostas, e a partir disto podemos inserir diretamente as propostas de natureza arqueológica. Tais atributos descritivos foram discutidos nos capítulos referentes aos sedimentos e solos, visto que são os mesmos estudados pela sedimentologia e pedologia.

3.2.3 - Potencial analítico em arqueologia

- 1) Natureza do solo para a construção do sítio; interpretação paleoambiental.
 - 2) Natureza e origem dos diferentes tipos de sedimentos.
 - sedimentos detríticos
 - sedimentos químicos e bioquímicos
 - depósitos orgânicos
 - depósitos piroclásticos
 - 3) Feições antropogênicas
 - vestígios de ocupação humana
 - materiais usados para construção
 - eteitos do uso da terra em solos
 - 4) Processos pós-deposicionais
 - humificação
 - bioturbação
 - processos de erosão e sedimentação
 - diagênese e pedogênese

A natureza dos solos e sedimentos, assim como os processos deposicionais foram tratados nos capítulos 1 e 2.

Feições antropogênicas observáveis na análise de lâmina:

- Vestígios de ocupação humana são os restos materiais deixados pelo Homem ou animais, como os restos orgânicos (conchas, ossos, vegetais) e restos minerais, como artefatos cerâmicos "líticos, etc.

O objetivo da micromorfologia, neste caso, é identificar os constituintes destes vestígios por meio dos seus arranjos e deduzir como foram depositados e modificados.

Existem vários indicadores, como as cinzas, carvões, produtos de queima ocorrida antropicamente.

Numa análise de lâminas é possível identificar o tipo de combustão utilizado, a temperatura da queima, se o fogo foi reutilizado ou não. Por exemplo, as cinzas de madeira apresentam uma coloração clara e altamente birrefringente (típico de carbonato de cálcio), as cinzas de árvores com folhas decíduas, apresentam cristais em forma de losango, e as de pinheiros apresentam morfologia laminar. Se houver a presença de carvão, este poderá ser secionado de modo a identificar até o gênero da árvore que foi utilizada.

Os componentes orgânicos mais comuns estudados nas lâminas são os coprólitos (excremento fossilizado), que podem ser identificados pela forma e composição. Pode-se identificar os coprólitos de herbívoros (e roedores) e dos carnívoros. Os animais onívoros, como o Homem e os cães, produzem coprólitos que refletem a sua dieta alimentar.

Os resíduos fecais dos herbívoros apresentam alta porosidade e contêm muitos fragmentos de plantas não digeridas e matéria orgânica amorfa, marrom escura, que age como uma liga. Apresentam também, grãos minerais, se foi ingerida a grama próxima ao solo, por exemplo. Nos carnívoros, devido à sua dieta rica em ossos e carnes, os coprólitos apresentam-se cimentados e com altos níveis de fosfato. Na lâmina, observase uma massa fina amarelo-clara, enquanto no campo, aparece com uma cor acizentada com tendência para um amarelo esbranquiçado.

Os fitólitos são produzidos pela substituição das células das plantas pela sílica(vide item 3.4.2). São distinguidos dos outros minerais por

apresentarem uma forma específica.

Os restos de cozinha são representados por montículos ou bolsões formados pelo acúmulo de restos de comida, ossos ,conchas, restos vegetais, carvão, etc. A maioria destes elementos são facilmente identificados em campo, mas os efeitos pós-deposicionais , como a atividade de minhocas e o deslocamento de carvões, p. ex., são identificados apenas por meio da análise de lâminas.

- Materiais de construção- O estudo microscópico destes materiais não difere muito do daquele feito normalmente em solos ou sedimentos, com a descrição dos constituintes grosseiros (identificação petrográfica, seleção, composição das partículas, proporção da matéria orgânica em relação ao mineral), materiais finos (onde os elementos grosseiros estão depositados) e os poros. Podemos citar, o tijolo, o reboco, a argamassa, os túmulos, enterramentos, cremações, muros, valas preenchidas associadas à estacas e outros.

- Uso da terra e feições associadas --

- Retirada de vegetação por queimada apresenta uma microtextura com ocorrência de fragmentos orgânicos finamente misturados com poucos restos de carvões e madeira queimada e agregados marrom avermelhados contidos na argila.
- Pastagens apresentam poros alongados e em placas, dentro de uma textura densa.

Áreas aradas – dificuldade em diferenciar antigos arados, pois poderiam apresentar atividades subsequentes ou recolonização de vegetação natural.

- Adubos - no início da agricultura não se usavam adubos, embora algumas algas, p.ex., foram descobertas como um adubo orgânico (Bell,1981,apud Courty,1989). O impacto dos adubos em solos é pouco conhecido do ponto de vista micromorfológico. As evidências de adubo

incluem grande quantidade de fragmentos orgânicos, especialmente fitólitos, provenientes de esterco de animais. Nas lâminas, parecem apresentar uma coloração marrom mais intensa que os resíduos orgânicos decompostos da camada húmica.

Em comunicação verbal, os professores P. Goldberg, T. Accott e E. Gutterman, especialistas em micromorfologia aplicada à arqueologia, foram categóricos em dizer que esta técnica ainda é pouco difundida nas pesquisas arqueológicas., e que por isso, existem poucos parâmetros definidos, visto que cada sítio apresenta uma problemática diferente. Eles desconhecem tal potencial em solos tropicais, porém realmente incentivaram sua realização, pois qualquer dado obtido, seja ele a negativa de qualquer feição antropogênica ou não, será um grande avanço nestes estudos, servindo como referência para futuras pesquisas.

No Brasil, a micromorfologia está associada apenas à identificação de minerais da rocha e para alguns estudos específicos na pedologia, como por exemplo, identificar os contatos entre os horizontes no perfil.

A tentativa de aplicação no Sítio Areia Branca 6 servirá como um parâmetro de caráter experimental. O potencial de aplicação será sugerido no capítulo 4.

3.3 - Microartefatos

3.3.1. Definição e potencial analítico

O microartefato insere-se na definição de artefato dada por Dunnell (1971: 117 apud Vance, 1989) como "qualquer coisa que exiba atributos físicos que sejam resultados de atividades humanas". Como sugere o próprio nome, microartefatos referem-se ao tamanho das partículas e "envolve o exame de sedimentos arqueológicos, menores de 0φ (2mm-1mm) e materiais de origem humana, para ser usado em investigações arqueológicas" (Hassan, 1978:208)

Apesar da definição ampla de artefato, que necessitaria uma discussão à parte, o enfoque será dado à importância da análise do microartefato nas pesquisas arqueológicas, como fonte de informação diferente dos macroartefatos.

Dunnell e Stein (1989) discutiram a facilidade com que os macroartefatos são identificados em seus locais de deposição, enquanto os microartefatos não são observáveis e dependem dos agentes deposicionais, como o vento, a água, o Homem, animais e etc., que atuam sobre eles. Observaram também que o arado pode mover partículas muito pequenas a curtas distâncias enquanto os objetos maiores podem ser transportados lateralmente em consideráveis distâncias.

Apesar dos microartefatos serem definidos pela sua dimensão em menores de 2mm, os estudos de caso demonstram que esta dimensão varia de acordo com vestígios encontrados em cada sítio, como o sítio de Tel Migne-Ekion, uma cidade da Idade do Ferro estudada por Rosen (1989), em que ele definiu os microartefatos como sendo os artefatos e seus subprodutos menores que 3 mm de diâmetro.

Os microartefatos analisados foram os ossos de mamíferos, sementes,

carvões, lascas, fragmentos cerâmicos, ossos de peixes e roedores, e foram identificados como refugos primários diretamente associados à áreas de atividades, como o local de preparo da comida, áreas de lascamento, de armazenamento. Assim, ele demonstrou o uso da análise de microartefatos para determinar a complexidade e o sedentarismo do sítio.

O estudo do microartefato foi denominado de "microarqueologia". Este termo é utilizado há muito tempo (Cook and Treganza, 1947; Hassan,1978) mas não é aplicado sistematicamente em pesquisas arqueológicas.

Cada microartefato possui seu próprio significado ao ser encontrado no sítio, podendo identificar áreas de atividades, áreas funcionais, e processos de formação do sítio. Por exemplo, o tamanho dos fragmentos de cerâmica pode ser uma pista de pisoteamento de uma antiga superfície e a distribuição por tamanho de grãos de carvão pode ser um indicativo de se tratar de restos primários ou secundários, etc.

Os trabalhos a respeito de microartefatos estão relacionados, em sua maioria à análise de microlascas (Fladmark,1982; Vance,1989 e Madsen, 1992), definida como "partículas menores de 2,0mm em sua dimensão máxima, resultantes da redução deliberada do lítico" (Fladmark,1982:205). Outros, como Rosen (1989), Stein e Teltser (1989) e Sherwood *et al.* (1995), consideraram os microartefatos (<4mm e > 0,063mm) e os seus sub-produtos (sementes, carvão, lascas, cerâmica, ossos de mamífero, peixe e roedor).

3.3.2 - Coleta de amostras

As técnicas de coleta de amostras, como sempre, variam de acordo com o sítio estudado.

Madsen (1992) observou que para a análise de microlascas é necessário obter os dados da distribuição estratigráfica dos líticos por frações individuais de tamanho para controlar os efeitos de translocação dos microartefatos dentro de um sambaqui.

As unidades estratigráficas foram definidas durante a escavação e têm limites horizontais e verticais mensuráveis (Stein e Teltser,1989). Estas unidades não estão necessariamente empilhados em forma de camadas de bolo; e as relações verticais e horizontais delas são controladas utilizando o Método da Matriz de Harris (Harris,1989).

Os dados referentes à distribuição de líticos por unidades estratigráficas individuais são necessários para diferenciar rejeitos confeccionados daqueles depósitos de refugos, tanto quanto examinar a possibilidade de reconhecer técnicas de redução específica como Fladmark sugeriu.

Todas as unidades estratigráficas usadas nesta análise derivaram das mesmas unidades de escavação de 2 x 2m.

A distribuição do tamanho foi derivada pela medição de uma amostra de todos os líticos de cada fácies escolhida, usando as classes de tamanho, incluindo o maior dos líticos até os de 0,25mm. Shackley (1975) determinou um tamanho de amostra de aproximadamente 50Kg para objetos de 64mm em tamanho, que correspondem aos maiores líticos encontrados na escavação.

Os líticos macroscópicos foram retirados do material de escavação peneirado em campo. Uma amostra do material da escavação de cada fácies pesando 50 Kg foi usado para esta análise. Todos os líticos dos 50 Kg foram usados na análise do tamanho do grão.

As microlascas devem ser amostradas diferentemente dos líticos macroscópicos. Para este estudo das microlascas, foram retiradas amostras de 8 kg de cada fácies. A amostra de 8 kg foi primeiro peneirada em malha de 2mm, resultando um produto, do qual foi retirado uma subamostra de aproximadamente 80 gramas de onde foi retirada o conteúdo dos microartefatos.

Teltser (Stein e Teltser,1989) coletou as amostras do sítio pré-histórico Pelts (SE do Missouri). Os artefatos e amostras (por volume) deste sítio foram coletados numa estratégia de coleta em duas fileiras. Todos os artefatos maiores que 2mm foram coletados de uma superfície de 4x4m (unidade de

coleta). A dimensão da unidade de coleta foi escolhida para responder às questões lembrando as estruturas de assentamento e assim manter o controle espacial suficiente sobre a distribuição dos artecatos do sítio.

As amostras por volume (aproximadamente 500g) foram coletados 5cm acima da zona de arado no canto NW de cada unidade de coleta de 4x4m.

Como o estudo requer grandes quantidades de artefatos de todas as categorias de tamanho, as unidades escolhidas para este estudo de grãos foram localizadas dentro da concentração mais densa dos artefatos maiores do sítio, supondo que as concentrações de artefatos maiores se correlacionariam positivamente com a alta concentração de microartefatos.

Sherwood *et.al.* (1995), no estudo do Sítio Loy, uma vila do Mississipi a Leste do Tennessee, escolheram 5 classes de materiais baseadas no sedimento natural e nas classes de macroartefatos presentes no sítio. As classes são: lítico, osso, concha, argamassa e cerâmica.

As frações de tamanho examinadas para os microartefatos, foram limitadas em 0φ (2,0-1,0mm) e 1φ (1,0-0,5mm). As classes de materiais de argila queimada (cerâmica e argamassa) podem ser identificadas e diferenciadas com segurança abaixo de 1φ.

As partículas menores que 0,5mm começam a se fragmentar dentro de seus próprios constituintes- fragmentos de argila queimada, conchas ou grãos de quartzo, não são possíveis de serem identificados.

Para interpretar as amostras de microartefato do piso da Estrutura 3, uma série de amostras-controles foram tiradas de vários pontos dentro e fora dos limites do Sítio Loy.

Uma série de amostras por volume foram coletadas em níveis arbitrários de 7,6cm, ao longo de dois transectos perpendiculares à estrutura. Amostras verticais foram coletadas para obter informações sedimentológicas nos depósitos preenchidos da Estrutura 3, para determinar a distribuição dos aspectos das unidades estratigráficas observadas.

Além disso, amostras-controle foram coletadas fora do sítio para determinar o substrato natural das partículas de areia, que poderiam ser

confundidas com artefatos, pela observação no microscópio.

A coleta de amostra se processa em duas etapas:

- 1) A área a ser amostrada é retirada con, uma colher de pedreiro limpa para remover o material superficial que provavelmente se depositou em função do vento ou outro tipo de transporte. Aproximadamente 600g de sedimento foi então, coletado, embalado e etiquetado.
- 2) Os procedimentos de laboratório foram realizados para reduzir as amostras vindas de campo até o tamanho de partículas de areia. Este processo é uma variação das técnicas sedimentológicas, e compreende um peneiramento na água, molhar e agitar.

Para dissolver o sedimento, umedeça com água destilada e hexametafosfato. Depois peneire com água e separe quatro peneiras com diferentes frações.

O processo inclui o descarte do silte e argila, separação das frações 4ϕ - 2ϕ (areia fina), 1ϕ - 0ϕ (areia grossa) e >- 1ϕ (grânulos grosseiros). Além disso, peneiramento com água para remoção total de agregados da amostra e separação de 1ϕ e 0ϕ .

A fração areia grossa foi examinada com o microscópio binocular para artefatos. Quando identificados, foram contados usando o programa de computador MMCOUNT⁶.

Os tamanhos das amostras de 5 classes de materiais alcançaram aproximadamente 1350-1800 grãos (média 1704). A contagem de tempo foi de 25 minutos.

Para observar a análise detalhada dos procedimentos em laboratório das microlascas, vide o APÊNDICE 4.

Stein e Telser (1989:6) analisaram não só as microlascas, mas todos os artefatos menores de 2mm (conchas, cerâmica, louça, ossos, etc.), onde as amostras coletadas em campo por volume (500g) passaram pelo peneiramento (malha de 2mm). Todos os artefatos retidos na malha foram

⁶ Para entender sua aplicação, vide Sherwood e Ousley,1995.

descartados e os materiais menores de 2mm foram processados de acordo com a versão modificada da análise do tamanho dos grãos, descritas por Folk (1980).

Estas amostras não recebem nenhum pré-tratamento para remover a matéria orgânica ou carbonatos, como o descrito para as microlascas, pois os processos químicos estragariam alguns artefatos, como os ossos e conchas.

As amostras foram saturadas com uma solução de 1% de hexametafosfato de sódio e lavado em uma peneira com malha de 0,00625mm (4 φ) para separar a fração areia da fração silte/argila. A fração areia foi seca e colocada em peneiras graduadas com intervalo de 1φ. A fração silte/argila foi processada usando a técnica da pipeta (Folk, 1980).

O procedimento descrito resultou em uma fração cascalho (material maior que 2mm) derivado da coleta de superfície de uma unidade 4x4m, uma fração areia (menor que 2mm e maior que 0,0625mm) da amostra por volume, e fração silte/argila (menor que 0,0625mm) de uma amostra por volume, nas quais, todos foram divididos em classes de tamanho com intervalos de 1φ, de –5φ a 12φ.

3.3.3 - Problemas de identificação

Erros de identificação ocorrem em todas as classes de artefatos nas frações menores que 1φ (0,50 mm). Existe uma dificuldade em diferenciar cerâmica e concreções. As concentrações de ferro em grãos de areia são muito parecidas com as cerâmicas. Ambas apresentam grãos de quartzo (tamanho 2φ e 3φ) grudados por uma matriz de granulação muito fina (silte e argila). Nas concreções, a areia é derivada do material arenoso e ligado com óxidos de ferro precipitados na sub-superfície do ambiente do solo. Em cerâmicas, a areia é usada como tempero, e parece derivar do sedimentos arenosos no qual os artefatos foram depositados. No entanto, as concreções e a cerâmica possuem a matriz de granulação fina.

As concreções são encontradas quase exclusivamente na fração areia;

e as cerâmicas são encontradas tanto na fração areia como cascalho.

A forma da porção areia da distribuição dos grãos da cerâmica (intervalos de -1φ, 0φ e 1φ) pode ser explicada pelo exame do intemperismo mecânico dos grãos produzidos pela fratura mecânica. Quando uma substância dura é fraturada, os grão menores são produzidos em quantidades muito maiores que os grãos maiores. Por exemplo, quando um copo ou um prato cai, o objeto quebra em alguns pedaços. Mas se observarmos melhor, centenas de pequenos fragmentos podem ser encontrados. Quando as cerâmicas no Sítio Pelts foram aradas, eles quebraram em alguns poucos pedaços grandes, predominantemente do tamanho –3φ, mas no processo, enormes quantidades de fragmentos de tamanho areia, –1φ, 0φ e 1φ foram produzidos (grãos menores que 2mm e maiores 0,5mm).

Somado ao intemperismo físico, o intemperismo químico age nas superfícies dos fragmentos, reduzindo seu tamanho. Em solos ácidos e condições de sub-superfície, os objetos se oxidam, lixiviam e ficam saturadas em água. As bordas dos fragmentos do sítio Pelts são ligeiramente arredondados (embora esse arredondamento possa ser resultante tanto da fratura mecânica como do intemperismo químico).

Rochas modificadas são produtos da tecnologia de redução lítica da matéria-prima em seixos (tamanho de calhau). Como a matéria-prima disponível é facilmente transportada, a primeira redução pode ter ocorrido no sítio. Isto é sugerido pela presença de seqüências de reduções no conjunto, incluindo núcleos e lascas (Teltser,1988). A porcentagem em peso das lascas de tamanho cascalho é baixa, pois a matéria-prima é pequena. Mas a porcentagem em peso das lascas de fração areia é alta, pois estudos experimentais demonstram que em uma redução de lítico, a freqüência de lascas produzidas é maior nas frações areia (Fladmark,1982).

3.4. - Restos vegetais

O estudo dos restos vegetais em sítios arqueológicos pode ser dividido, basicamente, em dois tipos: o estudo de vestígios macrobotânicos e microbotânicos.

Os vestígios macrobotânicos são estudados pela arqueobotânica ou a paleoetnobotânica, cujo objetivo é recuperar, identificar e interpretar restos de plantas em sítios arqueológicos, definindo a relação entre as culturas passadas e os vegetais. (Ford, 1979; Renfrew, 1973 apud Miksicek, 1987)

Já os vestígios microbotânicos incluem a análise dos grãos de pólen, dos fitólitos e diatomáceas que auxiliam a interpretar a dieta alimentar, mudanças paleoclimáticas e paleoambientais.

A tabela 3 mostra uma comparação hipotética do potencial de preservação de diferentes categorias de restos biológicos em vários tipos de ambientes em que se localizam os sítios arqueológicos.

Observa-se que, em sítios a céu aberto, a probabilidade de preservação dos vestígios é bem menor, visto que sua exposição às ações climáticas é muito maior.

		~
Ambientes	an:	preservação
MINDIGHTGS	uc	Di Gaci Vacao

Tipos de vestígios	Sítios congelados	Pántanos (molhados,ácido s)	Sítios submersos (molhado,	Sítios a céu aberto (solo úmido)	Sítios a céu aberto (solo seco)	Cavernas secas
Osso Humano	+++	+	anaeróbico)	++	++-	+++
Osso Animal	+++	1	++	++	+++	+++
Coprólitos	-	-	+	-	-	+++
Parasitas	++		++	-	-	+++
Conchas	+++	+	+++	++	+++	+++
Restos de insetos	÷÷+	+++	+++	-	+	+++
Pólen	- 4			+	÷÷	+++
Fitólitos		44	+++	11	**	+++
Outros cristais	+++	=	-	-	+	+++
Madeira	+++	-+-			÷	+++
Carvão	i++	· † †	+++	++	++	+++
Sementes secas	:++	1++	1++	-	+	+++
Sementes calcinadas	+++	+++	+++	++	++	+++
Cestaria ou fibras	+++	+++	+++		+	+++
Couro	+++	++	++	-	+	++

Qualidade de preservação: --- excelente, -- favorável/médio, + pobre, - geralmente não preserva

Tabela 3 Comparação hipotética do potencial de preservação dos diferentes restos biológicos (Traduzida de Miksicek, 1987)

Os vestígios macrobotânicos serão abordados de maneira geral, visto que o objetivo maior é descrever detalhadamente a análise das partículas vegetais microscópicas que estão presentes no solo e sedimento.

a) Vestígios macrobotânicos

- **Sementes e Frutas** - preservados em ambientes submersos ou secos, podem ser usados na identificação de espécies, mesmo se estiverem carbonizados. A identificação depende do tipo e qualidade dos traços.

Em alguns casos os vestígios se desintegram, deixando as impressões dos grãos, principalmente nas vasilhas cerâmicas.

- Resíduos de plantas análises químicas de resíduos de plantas em vasos cerâmicos. A cerâmica pode ter incorporada as fibras das plantas (sem falar em conchas, penas ou sangue) cono um tempero do material, e a análise microscópica pode ,às vezes, identificar tais vestígios.
- Restos de madeira o estudo do carvão (madeira queimada), denominada de antracologia⁷, tem apresentado uma contribuição crescente para a interpretação dos ambientes arqueológicos. O carvão é um material durável, sendo freqüentemente encontrado e coletado nos sítio arqueológicos. Estes carvões podem derivar de fogueiras, estruturas de madeira, de móveis, e implementos queimados (no caso do sítios históricos). No entanto, o total de cada espécie dá apenas uma idéia do tipo de vegetação em uma determinada época e sua quantificação é impossível, já que os fragmentos de carvão não apresentam tamanhos padronizados.

b) Vestígios microbotânicos

As análises do pólen e dos fitólitos em sítios arqueológicos foram descritos por Bryant e Holloway(1983) e Piperno (1995).

Os grãos de pólen e os fitólitos são produzidos nas plantas, por meio de diferentes processos e de constituintes químicos e possuem funções variadas.

O pólen apresenta uma forma única e repetitiva numa determinada planta, enquanto os fitólitos variam de forma, tamanho e tipo numa única planta. O pólen é preservado sob condições diferentes e mais limitadas que o fitólitos

As análises de pólen e fitólitos em pesquisas arqueológicas tem como objetivo principal a interpretação paleoambiental, e necessitam de um conjunto de princípios básicos. No caso do pólen, por exemplo, que é produzido por plantas, pode-se determinar a quantidade do pólen inicialmente liberada no ambiente. Diferentes plantas produzem diferentes quantidades de

⁷ Para entender a respeito de antracologia ,vide Scheel-Ybert, 1998.

pólen, assim a abundância de cada tipo terá de ser considerada em relação à produção da planta.

Para isso, o palinólogo precisa sabor separar os dados de pólen que reflitam o paleoambiente daqueles que reflitam as atividades culturais. Estas informações deverão ser complementadas por outros dados, como os vestígios arqueológicos e a análise macrobotânica, que auxiliarão na identificação da peleovegetação e consequente na inferência paleoclimática.

A análise polínica e dos fitólitos determina a dieta alimentar, possíveis rituais de enterramento, padrões de subsistência, uso de plantas nativas ou cultivadas, uso de certos tipos de artefatos (cestas, cerâmicas, etc) prováveis áreas de uso dentro das estruturas arquitetônicas, datações intrasítios e intersítios.

Os coprólitos humanos podem fornecer informações a respeito do uso e fontes dos tipos de pólen, sazonalidade do sítio, dieta e aspectos das condições ambientais.

Algumas fontes de comida - como a carne, tubérculos e folhas - geralmente não contêm pólen, enquanto outras fontes, como algumas flores e certos tipos de sementes possuem pólen ou o apresentam acidentalmente aderidos à sua superfície externa.

Piperno (1995) analisou os fitólitos e grãos de pólen em sítios arqueológicos nos trópicos, na região amazônica e no Panamá, observando a dificuldade em estudá-los, devido a complexidade de recobrir, quantificar e interpretar a diversidade das espécies tropicais, visto que inexiste coleções de referências. Ela descreveu o potencial de análise da dieta alimentar pela identificação de grãos de pólen de milho (*Zea mays L.*), mandioca (*Manihot esculenta*), abobrinha (*Cucurbita ssp.*) e pimenta (*Capsicum ssp*), encontrados tanto em sítio aberto quanto em abrigos sob rocha. Além disso, Mora *et.al.*(1991 *apud* Piperno, 1995) trabalhou nos sítios de "terra preta" na Amazônia Colombiana, conseguindo reconstruir 5.000 anos de história da adaptação da floresta tropical, mostrando a introdução seqüencial do milho e mandioca, com a exploração e modificação ao redor da floresta.

3.4.1 - Pólen

3.4.1.1 - Definição e potencial analítico em arqueologia

- Grãos de pólen - "São células que contém um núcleo reprodutivo masculino, sendo produzidas pelas plantas com flor." (Barth,1998). São formados numa tétrade, durante a meiose, e cada espécie de planta produz uma superfície externa, quimicamente similar mas morfologicamente diferente.

Esta superfície externa é denominada de *exina* e é altamente resistente, podendo se preservar por milhões de anos. As características morfológicas da exina, dependendo das condições em que são encontradas, permitem sua identificação a nível de gênero e família.

A ciência que estuda os grãos de pólen e os esporos (células reprodutivas assexuadas, produzidas pelas plantas sem flor), é chamada de palinologia.

A análise polínica auxilia na interpretação paleoclimática e paleoambiental de sítios arqueológicos.

Os grãos de pólen presentes em sítios arqueológicos geralmente apresentam-se fossilizados, porém, isso depende das condições químicas e físicas da área do sítio, o tempo em que os grãos estão lá, etc.

Embora as ligações entre a deposição de pólen e a vegetação não sejam diretas, o registro de pólen é uma ligação complexa de ecologia de polinização (especialmente do transporte pelo vento) e processos de formação do sítio.

- Ambiente de preservação do pólen
- Turfeiras
- Fundos de lagos, lagoas, rios e mares
- Dunas fossilizadas
- Depósitos salinos
- Coprólitos
- Ambientes de pouca preservação do pólen
- Ambientes oxidantes

- Calcário
- Locais muito arenosos

Tipos de dispersão de pólen:

- a) Plantas anemófilas polinizadas pelo vento. Produzem um grande número de grãos de pólen, e são predominantes em registros fósseis. A maioria destas plantas produz entre 10.000 e 70.000 grãos de pólen por antera.
- b) Plantas zoófilas são plantas que produzem poucos grãos de pólen e dependem de algum animal (morcego, pássaro ou insetos) que possa transportar o pólen da antera de uma flor para o estigma. Raramente aparecem nos registros fósseis. Produzem poucos grãos de pólen 1000 ou menos por antera.
- c) Plantas hidrófilas (polinizadas pela água) e plantas cleistógamas (auto-polinizidas) presença muito rara.

Os grãos de pólen das plantas zoófilas e cleistógamas são raramente encontrados, a menos que estejam associados diretamente a atividades humanas e de outros animais: por exemplo, os grãos de pólen de zoófilas são encontrados em coprólitos humanos ,resultantes de hábitos alimentares.

3.4.1.2. – Coleta de Amostras

As técnicas de amostragem utilizadas em sítios arqueológicos são muito variadas e são determinadas por 1) O tipo e o tamanho do sítio arqueológico 2) a localização geográfica do sítio 3) o enfoque da pesquisa 4) o grau de preservação do pólen ou a sua falta dentro de um sítio arqueológico.

Bryant and Holloway (1983) e Barth (1998) observam que não existe um padrão de coleta, pois ela depende da localização do sítio e dos objetivos propostos pelo pesquisador. Os autores descreveram uma das possibilidades de coleta com ênfase no cuidado em não contaminar a amostra.

Coleta em lagos e lagoas:

utilizam-se sondas, coletores ou testemunhadores

- Coleta em um perfil de solo:
- 1)Limpe a superfície do perfil em que será coletada as amostras.
- 2)Sempre utilize uma colher de pedreiro limpa.
- 3)Colete aproximadamente 2cm de espessura e 10cm de comprimento (no caso de Bryant e Holloway, preferiram coletar entre ½ a 1 litro). Isto assegura uma quantidade ideal para uma segunda análise, se necessário.
- 4)Limpe cuidadosamente o instrumento antes de coletar a amostra seguinte.
- 5)Sempre use um recipiente à prova de vazamento não contaminado, sem uso, para cada amostra de solo ou sedimento. Se a amostra for úmida, coloque algumas gotas de fungicida ou 100% de ETOH para prevenir atividades de micróbios, que poderão destruir o pólen da amostra.
- 6)Coloque em sacos plásticos limpos ou em canaletas de pvc e etiquete corretamente cada amostra com uma caneta de tinta permanente.
- 7)Ao coletar amostras do perfil, prefira amostrar dentro de uma camada (quando possível) ao invés de uma única amostra com camadas misturadas.
- 8)Amostre um perfil começando da base em direção ao topo, para evitar contaminação entre as camadas .
- 9)O movimento da colher de pedreiro deve ser lateral, seguindo o plano da camada. Novamente, isto evita a contaminação entre as camadas.
- 10) Evite pegar as amostras de fogueiras ou qualquer feição arqueológica⁸ que aparente ter sido queimada ou que contenha grandes quantidades de carvão ou cinzas. Durante o processamento em laboratório, é muito difícil separar o pólen de carvões, e muitas vezes, os grãos de pólen são destruídas pela ação intensiva do fogo.

Ao amostrar os sedimentos ou solos de um sítio arqueológico, o palinólogo pressupõe que as atividades culturais do Homem são influenciadas pelos tipos e quantidades de pólen introduzidas no sítio. Por esta razão, não irá ser

⁸ Feição Arqueológica: "um objeto não transportável; e.g. fogueiras, elementos arquitetônicos ou manchas no solo" (Renfrew e Bahn,1993).

uma única amostra retirada de um sítio arqueológico, por si só, que caracterizará a temporalidade do horizonte ou as condições paleoecológicas da área. É necessário fazer análises de muitas amostras coletadas em vários locais de um mesmo horizonte. Para a análise de laboratório vide APÊNDICE 5.

3.4.1.3 - Identificação do pólen

A base para identificação em nível de espécie ou outra unidade taxonômica depende da possibilidade de se medir precisamente o tamanho dos grãos de pólen, e também das coleções de referência dos grãos de pólen recentes.

Para isso, é recomendável classificar os grãos de pólen não identificados, que podem ser divididos em: corroído, degradado, quebrado e oculto. Em muitos casos, estimar os efeitos de corrosão, por exemplo, pode levar à identificação dos grãos.

As deteriorações predominantes e os principais processos responsáveis por essa deterioração são demonstradas na Tab. 4 .

Lista das classes de deterioração predominantes	Descrição das classes	Principais processos responsáveis pela deterioração do pólen
Corrosão	Exina localmente corroída, esburacada ou perfurada	Oxidação bioquímica associada às atividades localizadas de fungo e bactéria (p.ex. perfuração da exina por rizóides de fungo). O esburacamento pode ser causado pela oxidação química.
Degradação	Afinamento da exina, fusão de feições esculturais, ou fusão de elementos esculturais formando as camadas da parede	Oxidação química em ambientes aéreos e subaéreos.
Danos mecânicos	Quebra ou enrugamento do grão	a) transporte físico dos grãos de pólen b) compactação pré e pós-deposicionais dos grãos de pólen dentro do sedimento
Ocultamento por minerais autigênico	Grãos infiltrados com cristais de pirita ou marcassita.	Diagênese com precipitação de minerais autigênico (P.ex. precipitação da pirita e marcassita em ambientes aluviais quimicamente reduzidos)
Ocultamento por detritos	Grãos escondidos por restos minerais ou orgânicos	Ocultamento detrítico de grãos de pólen está relacionado a: a)composição mineralógica do sedimento b)relação química utilizada para extrair os resíduos de pólen em laboratório

Tab 4 Detenorações predominantes e os processos responsáveis (Delcourt e Delcourt,1980 apud Berglund e Ralska-Jasiewiczowa,1986).

No Brasil, existem várias discussões a respeito da importância da análise polínica em sítios arqueológicos (Melhem, 1978; Prous,1978, Mentz Ribeiro, 1993 e Barth, 1998). No entanto, o andamento dos trabalhos estão em fases preliminares, visto que existe a falta de especialistas nesta área para estudos direcionados à arqueologia. Ataíde (1989) iniciou um trabalho, coletando amostras de um sedimento de coloração escura de um sítio arqueológico em Goiás, porém, só foram identificadas as formas dos grão de pólen, sem mais referências. De resto, os autores acima, indicaram as diversas potencialidades de aplicação para os estudos dos sítios arqueológicos, como a questão da presença da agricultura, desmatamento, tipos de alimentação e etc.

3.4.2 - Fitólitos

3.4.2.1 – Definição:

As plantas produzem corpos microscópicos compostos de sílica e oxalato de cálcio, que podem ser usadas como indicadores paleoambientais de acordo com sua morfologia.

Os fitólitos são compostos de opala, podendo incluir outros minerais, como os cristais de oxalato de cálcio. Eles são criados a partir da sílica hidratada, isto é, a sílica dissolvida pela água na terra, que depois é absorvida pelas raízes das plantas e carregada no seu sistema vascular. A sílica é precipitada em qualquer ambiente, independente da quantidade de água presente.

A formação dos fitólitos não ocorrem em muitas famílias de plantas, e as que produzem grande quantidade de corpos de opala são as gramíneas (incluindo os cereais), plantas do gênero "larex", cipreácea (junça), olmo, feijão, abobrinha e girassol e milho.

Os fitólitos podem ser classificados de acordo com sua origem celular e forma, e podem ser usados para interpretar o macro e o micro ambiente do sítio e da região.

3.4.2.2. - Coleta de amostras:

As coletas e os procedimentos da coleta em campo e laboratório são os mesmos da análise de pólen, mas as estratégias de amostragem para a análise dos fitólitos devem considerar as diferenças tafonômicas entre a deposição do pólen e dos fitólitos em contextos arqueológicos. O número e a distribuição das amostras de solo necessários para maximizar os dados de fitólitos diferirá da estratégia do pólen.

- Extração do fitólitos de solos (Rovner, 1983)

Um dos métodos pressupõe que o solo seja dividido em frações de tamanho, do grosso ao fino, antes dos fitólitos serem extraídos, sendo que apenas uma fração (p.ex. 20μm a 50μm) é selecionada para estudos

comparativos de fitólitos para tipos variados de solo. No outro método, extraise o conjunto todo de fitólito sem diferenciação de tamanho.

Uma amostra de solo de 5 a 10 cm³ é colocada em um tubo de 50ml para centrifugar. Depois, adiciona-se água destilada, e o tubo é agitado para dispersar o solo, permitindo que os materiais mais leves flutuem. Após centrifugar numa velocidade moderada por 5 a 10 minutos, o líquido sobrenadante e qualquer material flutuante é decantado e descartado.

Os solos com muito conteúdo orgânico pode ser tratado com peróxido de hidrogênio para oxidar e remover o excesso de carbono.

Lavar com água destilada.

A amostra é dissolvida com ácido clorídrico diluído para separar os carbonatos das partículas de solo.

Se o solo reagir fortemente com o ácido, um segundo banho de ácido deverá ser usado para remover totalmente os carbonatos. O ácido é removido com uma ou mais lavagens de água destilada. O solo é então lavado em álcool absoluto para desidratar a amostra, uma vez que a umidade pode romper a calibração da mistura de um líquido pesado.

Zhao e Pearsall (1998) descreveram com detalhes os procedimentos de extração dos fitólitos em diversos tipos de solos e sedimentos, experimentando diversos métodos para aumentar o potencial de extração.

3.4.3 - Diatomáceas

3.4.3.1 – Definição:

As diatomáceas são micro-algas, unicelulares que apresentam em sua parede celular (frústulo) sílicas biogênicas (Miller e Florin,1989; Rapp e Hill, 1998). Elas recobrem tanto os sedimentos lacustres quanto os marinhos, e são úteis para documentar as mudanças ambientais. Essas mudanças, quando forem por causas naturais, são observadas no clima, eustasia (mudança do nível do mar), isostasia e mudanças na vegetação; além de serem observadas

nas atividades humanas (culturais).

Os frústulos das diatomáceas são compostas de opalina, uma sílica amorfa hidratada. São resistentes a ações químicas, exceto ao ácido fluorídrico e alcalinos, nas quais são facilmente dissolvidos.

O frústulo ou *theca* é "como uma caixa consistindo de duas metades com um fundo e uma tampa (a palavra "diatoma" significa "cortar fora")". As superfícies do fundo e da tampa são chamadas de válvulas e as paredes laterais de "girdles" (Miller e Florin, *op.cit*.)

As diatomáceas são divididas em dois principais grupos:

- a) Centrales formas da válvula são circulares, poligonais ou elíptica. A estrutura é cêntrica, orientada ao redor de um centro em padrão desordenado, ordenado, radial, concêntrico ou excêntrico. Em muitas espécies, a estrutura lembra uma colméia com alvéolos pentagonais ou hexagonais.
- b) Pennales formas da válvula peniformes, lineares a lanceoladas. A estrutura é como uma pena, freqüentemente orientada numa linha apical e composta por estrias aureolares entre as arestas (costae) sem nenhuma estrutura visível (hialina) sob a luz do microscópio.

A maioria das diatomáceas vivas ocorrem em ambiente aquático, como as algas autotróficas⁹ que só vivem em águas com luz suficiente para formar suas substâncias orgânicas para a fotossíntese. Algumas diatomáceas denominadas de diatomáceas terrestres podem viver em superfícies molhadas, todas as outras vivem em lagos, lagoas, rios, mares e oceanos.

As diatomáceas de água doce são sensíveis às diferentes concentrações de pH e isto é um bom indicador da mudança de pH (eutroficação, acidificação).

Quando a quantidade de sílica na água é deficiente ou em ambientes

⁹ Autotrófica: capacidade de sintetizar substâncias orgânicas com base em inorgânicas, como ocorre em vegetais.

alcalinos, os frústulos da diatomácea se dissolvem.

As taxa de diatomáceas estão agrupadas em :

- plantônica (pelágicas, flutuantes)
- epífitica
- bentônica (vivem no fundo)

3.4.3.2. - Coleta de Amostras

A descrição desta técnica de amostragem foi compilada do texto de Miller e Florin (1989). As amostras foram coletadas de lagos e mares:

- a) plancton por peneiramento na água
- b) epífitas pela raspagem da camada gelatinosa da superfície (rochas, estacas, plantas aquáticas, etc).
 - c) bentônicas retirada de amostra da camada solta do fundo.

A análise em laboratório está presente no APÊNDICE 5.

3.4.3.3. - Potencial analítico em arqueologia

O estudo das diatomáceas serve como indicador:

- 1) Das condições sedimentares. Os sedimentos depositados na água in situ, geralmente apresentam diatomáceas características das condições paleoecológicas que prevaleciam na época da deposição do sedimento. Em muitos casos, a resposta pode incluir dados a respeito de salinidade da água, dos nutrientes, dos valores de pH, do grau e do tipo de poluição. Depósitos terrestres de origem eólica podem ser identificadas pelos fragmentos de diatomáceas e grãos minerais arredondados.
- 2) Da extensão estratigráfica e origem das argilas utilizadas para fazer a cerâmica e tijolos. A sílica biogênica nos frústulos da diatomácea suporta aquecimentos superiores a 700°C. A cerâmica e os tijolos são queimados em temperaturas baixas, por isso os frústulos da diatomácea são preservados e

identificados. Raramente ocorrem fitólitos junto às diatomáceas.

- 3) Da proveniência de navios naufragados e suas antigas rotas de navegação. As diatomáceas podem se fixar no fundo ou nos lados de um navio , podendo ser transportado de um porto para outro. Se as condições salínicas e ecológicas forem muito diferentes de um local para outro, essas células poderão não sobreviver às mudanças de pressão osmótica, mas os frústulos restarão mesmo após a morte da célula. E isso faz das diatomáceas, um importante indicativo da origem dos navios encontrados no fundo do mar ou nos sedimentos e suas antigas rotas de navegação.
- 4) De morte por afogamento. Em investigações criminais (forênsicas), às vezes, existem dificuldades de decidir se uma pessoa foi morta antes de ser jogada na água ou, se o afogamento foi a causa da morte. Quando uma pessoa morre por afogamento, a água penetrará nos pulmões e as diatomáceas da água serão encontrados nos tecidos dos pulmões. Se a pessoa morreu antes, a água não penetrou nos pulmões. Apenas umas poucas diatomáceas terrestres, que são encontradas nos tecidos do pulmão de qualquer pessoa, serão encontradas(Peaboy,1977,1980 apud Miller e Florin,1989).

3.5 - Datação

As descrições a seguir foram baseadas nos manuais de arqueologia de Joukowsky (1980), Renfrew e Bahn (1991) e Taylor e Aitken (1998) e complementadas pelas informações dos principais laboratórios de datação que trabalham com materiais arqueológicos. Sheffield Center for International Drylands Research, Centre de Datation par le Radiocarbon, Université Claude Bernard; Research Laboratory for Archaeology, Oxford; Rafter Radiocarbon Laboratory e Beta Analytic Inc Radiocarbon Dating Service, University of Branch, USA.

No Brasil, Morais (1980) e Kneip (1979 apud Morais,1980) tiveram o mérito de se preocupar em discutir as datações radiocarbônicas em sítios arqueológicos, introduzindo a estratégia de coleta, o pré-tratamento das amostras, e sua importância nas pesquisas arqueológicas. Porém, a única observação a ser feita em relação aos artigos é a falta de informação de como estas amostragens foram coletadas e a questão da contaminação.

Szmuk (1970) juntamente com Watanabe (1984) foram os primeiros a datar vestígios arqueológicos no Brasil pelo método da termoluminescência. O primeiro detalhou os princípios da termoluminescência e os seus procedimentos para a datar a cerâmica provenientes de escavações arqueológicas, porém, pela formação em física, as explicações e análises tiveram uma linguagem muito técnica, dificultando a sua compreensão, e omitiu, por exemplo, os problemas de contaminação das amostras. Já o segundo, explicou com uma linguagem acessível todos os princípios deste método, mas não mencionou os cuidados e os procedimentos da coleta de amostras em campo.

O único laboratório de Carbono 14 em funcionamento no Brasil é o Laboratório de C14 do CENA, na USP de Piracicaba, implantado no início da década de 90. Os trabalhos eram concentrados nos estudos de paleovegetação das regiões Sul, Sudeste e Norte do Brasil, através da análise dos isótopos de carbono em solos. Posteriormente, ampliaram sua atuação,

utilizando materiais arqueológicos já datados em laboratórios mundialmente reconhecidos para ajustar e calibrar os aparelhos existentes (Pessenda, 1998). Mesmo com o sucesso dos resultados, e apesar do laboratório estar aberto para a comunidade científica, a maioria dos arqueólogos desconhecem o seu funcionamento.

Neste item discutiremos os principais tipos de datação aplicáveis aos materiais arqueológicos, descrevendo de modo geral, os princípios, materiais datáveis e enfatizando os métodos de coleta de amostra.

Os principais métodos de datação em arqueologia são:

3.5.1 - Carbono 14

Os materiais datáveis são a madeira, carvão, turfa, grama, tecido, conchas, esterco, restos de plantas e animais.

A datação abrange de 300 a 60.000 anos (Taylor e Atken, 1997)

Existem dois métodos para datação radiocarbônica — o primeiro, conhecido como a técnica radiométrica convencional é realizado pela contagem do número de partículas *beta* emitidas pela amostra, e o segundo, é conhecido como AMS (Accelerator Mass Spectrometry), em que são contados diretamente os átomos radiocarbônicos.

3.5.1.1 - Técnica radiométrica convencional

3.5.1.1.1- Princípio:

Quando os raios cósmicos do espaço entram na atmosfera terrestre, produzem uma chuva de nêutrons. Alguns desses nêutrons se chocam com o nitrogênio da atmosfera para formar o C¹⁴ (um dos isótopos radioativos do carbono, também conhecido como radiocarbono).

O radiocarbono combina-se com o oxigênio formando o dióxido de carbono, que é absorvido pelas plantas, através do processo de fotossíntese. Assim, todos os seres vivos absorvem radiocarbono, na forma de dióxido de carbono, por meio das plantas, alimentando-se delas ou comendo os animais que se alimentaram dessas plantas.

O isótopo de C14 é instável e eventualmente se desintegra, emitindo um

elétron (partícula β), transformando-se num átomo de nitrogênio. Este processo pode ser expresso na fórmula:

$$C^{14} = \beta + N^{14}$$

O radiocarbono presente no corpo de um organismo está continuamente se transformando em outro elemento químico (decaimento), mas ao mesmo tempo é reposto por novos radiocarbonos que os animais e plantas estão absorvendo. Quando o organismo morre este processo é interrompido, mas o restante de radiocarbono contido na matéria orgânica morta continua a decair. Quanto mais tempo se passa desde a morte do organismo, menos radiocarbono estará presente nos restos.

Este processo de desintegração se dá a uma taxa constante. A taxa é expressa como a meia vida do elemento radioativo, isto é, a quantidade de tempo necessário para que metade da quantidade total de átomos radioativos presente na amostra se desintegre.

Num padrão internacional, a "meia vida" de C^{14} é de 5.568 \pm 30. Isto significa que neste intervalo de tempo metade da quantidade original de C^{14} decai em N^{14} .

A tabela 5 indica o tipo de material e a quantidade da amostra para datação, pressupondo que a mesma já esteja seca e sem a matriz associada (Baseada nos laboratório de Rafter Radiocarbon laboratory, Radicarbon Laboratory of the University of Texas e Beta Analytic Inc.Radiocarbon Dating Service, 1998).

	RAFTER	BETA ANALYTIC	UNIV. OF TEXAS
Material	Quantidade necessária	Quantidade necessária	Quantidade necessária
Osso	15 a 300 g (depende das condições)	200 a 500g	1000g
Carvão	3 a 10g	1,7 a 30g	5 a 6g
Turfa	1 a 3g (depende do conteúdo de carbono)	15 a 150 g	15 a 20g (se não contiver silte)
Conchas	1 a 3g (depende do conteúdo de carbono)	7 a 100 g	20 a 100g
Tecido	3g		
Madeira	5 a 30g	7 a 100g	6 a 7g
Esterco		7 a 30 g	
Sedimento	1-3g (depende do conteúdo de carbono)		

Tab. 5 Materials datáveis e suas quantidades necessárias em três laboratórios (Rafter, Beta Analytic e Univ. of Texas)

A acuidade da datação obtida para uma amostra depende não apenas da quantidade coletada, indicada na tabela acima. Ela depende também da maneira como ela é coletada, ou seja de sua possível contaminação.

As principais fontes de contaminação segundo o Centre de Datation par le Radiocarbone, da Université Claude Bernard, Lyon I, 1997 são:

- os carbonatos de cálcio e o magnésio
- compostos orgânicos

3.5.1.1.2 - Coleta de amostras:

A observação de um padrão de coleta pode minimizar o risco de contaminação:

- a) Use uma colher de pedreiro ou pinças limpas para remover a amostra da terra.
 (A contaminação por materiais modernos é geralmente muito mais séria que por antigos, como por exemplo, material derivado de petróleo). Certifique-se de retirar a amostra do solo circundante.
- b) Seque a amostra cuidadosamente. Se for impossível secar ou a secagem estiver correndo risco de contaminação, embrulhe-a cuidadosamente e na etiqueta, coloque "molhado". Obs: Se uma amostra é enviada molhada, existe o risco de contaminação com o mofo.
- c) Coloque a amostra num saco de polietileno de 1mm de espessura e lacre com fita adesiva. Se a amostra é sólida, poderá ser embrulhada em papel alumínio. Etiquete a amostra com seu número de identificação. Certifique-se de usar a caneta à prova d'água.
- d) Preencha a ficha do sítio e o formulário de amostras datáveis para cada amostra individual e envie-os juntos ao laboratório.

3.5.1.2 - A M S

O método tradicional de medição da concentração de C¹⁴ na amostra conta o número de partículas beta emitidas. Na contagem do decaimento apenas uma pequena fração dos C¹⁴ presentes na amostra são realmente medidos.

Enquanto existem aproximadamente 5,9 x10¹⁰ átomos de C¹⁴ por grama de carbono moderno pré-bomba, na média menos de 15 destes átomos emitirão elétrons disponíveis para medição no intervalo de 1 minuto. Por causa disso, se buscou um método para a contagem direta dos átomos de C¹⁴, que envolve a espectrometria de massa.

3.5.1.2.1 – Princípio:

O AMS (Accelerator Mass Spectrometry, uma tecnologia que mistura um acelerador de partículas e um espectrômetro de massa) é um método recente para avaliar a taxa de isótopos usando um Acelerador Linear. Assim, um feixe de alta energia de íons de carbono é produzido, separado e direcionado para um detetor onde os átomos de carbono são individualmente contados. Recentemente foi desenvolvida uma tecnologia capaz de acelerar o C¹², C¹³ e C¹⁴ simultaneamente.

O mérito da análise pelo A.M.S comparada com a datação convencional por C¹⁴, é a pouca quantidade de amostra necessária. Este método permite datar amostras 1000 vezes menores que a análise convencional.

Porém, existe certa desvantagem neste método, pois quanto menor a amostra, maior a sua mobilidade dentro dos depósito e consequentemente, maior dificuldade para controlar a contaminação.

A quantidade e os tipos de materiais datados pelo AMS (Beta Analytic.Inc. Radiocarbon Dating Service, 1998), estão indicados na tabela 6.

O método de coleta de amostra é o mesmo.

Material	Quantidade necessária	
Carvão	5 a 50 mgs	
Concha	30 a 100 mgs	
Madeira	10 a 100 mgs	
Turfa	15 a 100 mgs	
Sedimentos orgânicos	10 mgs (variável)	
Osso	2 a 30 mgs	
Material Vegetal	10 a 50 mgs	
Água (BaCO ₃ , SrCO ₄)	15 a 50 mgs	
Água (líquida)	1 litro	

Tab.6 Materiais datáveis e as quantidades necessárias (Beta Analytic Inc, 1998)

3.5.2 - Luminescência

A datação por Luminescência é um termo geral que refere-se à família de técnicas que tem em comum a emissão de luz por um material que foi estimulado de alguma maneira. A intensidade da luz emitida é proporcional à idade.

A datação varia de algumas décadas à aproximadamente 1.000.000 de anos.

As técnicas mais conhecidas são a **Termoluminescência (TL)** e a mais recente, **Luminescência Estimulada Opticamente (OSL**- abreviação do inglês *Optically Stimulated Luminescence*) (Feathers, 1997).

Este tipo de datação possui três vantagens a serem consideradas (Feathers, 1997).

- a) Fornece datações de materiais que são comuns e abundantes em sítios arqueológicos.
- b) Recobre períodos de idades importantes arqueologicamente (do mais recente até aproximadamente 100.000 anos) que poucas técnicas alcançam.
- c) Freqüentemente datam eventos arqueologicamente relevantes, evitando o problema de associação que assola outras técnicas comumente usadas.

Sua desvantagem está na dependência de numerosas variáveis complexas que podem apresentar dificuldades para estimar em uma dada situação.

3.5.2.1 - Termoluminescência:

Os materiais datáveis são as rochas ígneas, o loess e as areias eólicas, sedimentos marinhos e continentais, depósitos aluviais e lacustres, as formações de calcita e conchas, minerais, cerâmica e rocha alterada.

3.5.2.1.1. - Princípio

Quase todos os mineriais naturais são termoluminescentes em algum grau. As moléculas que formam um deierminado mineral são ordenadas geométricamente num arranjo chamado retículo cristalino. Em geral, o mineral quando encontrado na natureza é um amontoado destes pequenos cristais.

No processo de formação do cristal pode acontecer de átomos de outras substâncias ficarem presos dentro do retículo cristalino. Pode acontecer também que a orientação do crescimento do cristal se altere num determinado instante e local, devido a uma variação nas condições físicas e químicas reinantes. Estes "defeitos" produzem determinados locais na rede cristalina que podem funcionar como armadilhas para capturar elétrons.

Na natureza, os cristais são submetidos a um contínuo fluxo de radiação, alfa,beta ou gama. O choque destas partículas com os átomos de rede arrancam elétrons que podem ser eventualemente capturadas pelas armadilhas. O estado destes elétrons é metaestável, isto é, eles não têm energia suficiente para escapar, mas têm mais energia que os elétrons da rede. Quando o cristal é aquecido ou estimulado opticamente, estes elétrons adquirem a energia necessária para escapar. A diferença entre a energia "normal" do elétron e a energia da armadilha onde ele estava é compensada pela emissão de luz. Esta é então medida por aparelhos.

A quantidade de luz liberada é proporcional à dose de radiação absorvida pelo material. Assim, o material mais antigo produzirá uma quantidade maior de luz.

Quando o cristal é aquecido, por exemplo, na queima da cerâmica, sua termoluminescência é "zerada". Comparando a luz emitida por uma pequena fração da cerâmica com a do solo que a envolve, podemos então medir quando esta queima ocorreu, datando a cerâmica.

3.5.2.1.2. – Coleta de amostras

Para cerâmicas e lascas queimadas, o número ideal para cada nível é de 6 a 12. As lascas precisam estar bem queimadas, o que muitas vezes é

difícil de encontrar. No caso da cerâmica, é melhor coletar as que apresentarem diferentes tipos de fabricação, a decoração não importa.

- 1) A amostra não deve pesar menos que 1 grama.
- 2) As amostras não devem ser expostas ao calor. Se uma amostra é conhecida por ter sido reaquecida na antigüidade, este fator dever ser anotado.
- 3) As amostras que se apresentarem pulverizadas ou em grânulos não devem ser exposta à luz.
- 4) A radiação do meio ambiente tem de ser levada em consideração no laboratório, e é necessário enviar a amostra juntamente com a matriz de terra de onde foi retirada e precisamente observada. Se possível, a amostra deverá ser retirada de camadas homogêneas de 30cm.
- 5) Coloque a amostra num saco de polietileno, lacre-o com a fita adesiva (electrical tape) e envie-o juntamente com os formulários apropriados.
 - 6) Anote a umidade do solo e do fragmento.

A crescente aplicação deste método em sedimentos é devido ao desenvolvimento da técnica, e as propriedades de luminescência desses sedimentos servem como um ponto de partida para avaliar a datação da cerâmica, lítico e outros itens de interesse mais usuais para a arqueologia.

A datação de sedimentos tem importância considerável para a arqueologia, fornecendo dados dos depósitos contendo artefatos, tanto quanto feições arquitetônicas de caráter sedimentar, como os montículos de terra.

3.5.2.2 - OSL

A OSL é uma nova alternativa para os problemas de cronologia. Os sedimentos ricos em quartzo e feldspato, que não são passíveis de datar pelo método do radiocarbono, podem ser absolutamente datados (±~10%) entre 100 a 200.000 anos.

3.5.2.2.1 - Princípio

Os sedimentos que contiverem baixas concentrações de urânio, tório e potássio, produzem, em todos os períodos geológicos, um fluxo constante de radiação ionizada. A radiação ionizada é absorvida e acumulada nos sedimentos ao redor, e com estímulo esta dose acumulada pode ser liberada, produzindo luminescência. A quantidade de luminescência emitida é proporcional à dose acumulada; e com a dose anual, pode-se determinar sua idade. O cálculo da idade é o tempo transcorrido desde que a amostra foi soterrada, zerando o 'relógio do tempo'. Os sedimentos eólicos são ideais quando expostos anteriormente ao enterramento, mas outros ambientes sedimentares também são datados com sucesso.

Idade = <u>Dose Total de Radiação Acumulada</u>

Dose Anual de Radiação

3.5.2.2.2 - Coleta de amostra

- 1 Retire pelo menos 1cm da superfície exposta, isto é feito para que se retire a amostra de onde a luz não tenha penetrado. Não a deixe exposta à luz do sol, diretamente. Se a superfície for muito dura para ser retirada, faça uma marca na face exposta.
- 2 Ainda à sombra, colete a amostra, em recipientes opacos ou semiopacos, e coloque-os diretamente em sacos plásticos pretos (de preferências de qualidade fotográfica) o qualquer outro recipiente à prova de luz.
- 3 Pela necessidade de obter informações a respeito da umidade, o recipiente deve ser bem lacrado.

3.5.3 - Potássio-Argônio

A datação extende-se de menos de 100.000 até a idade do Universo (Taylor e Atken,1997).

Os materiais datáveis são as rochas, os minerais, a cerâmica, o vidro vulcânico e os meteoritos.

3.5.3.1 - Princípio

Este método tem os mesmos princípios que o do Carbono-14.

A datação pelo método do Potássio-Argônio é mais útil para datar materiais mais antigos que os datáveis pelo radiocarbono, isto é, mais de 50.000 anos. É o método mais importante para determinar quando o Homem surgiu como espécie distinta.

3.5.3.2. - Coleta de amostras.

- 1 A amostra deve ser "fresca", isto é, não deve ter sido exposta ao intemperismo. O local da amostra deve ser detalhadamente anotada. O material deve ter uma estrutura cristalina e vítrea e deve conter uma quantidade considerável de potássio.
- 2 -Coloque cada amostra em sacos de polietileno, lacre e etiquete-o . Preencha as fichas do sítio e os formulários da amostra como foi especificado para o Carbono 14.

3.5.4 - Urânio-Tório

A datação vai de algumas centenas de anos até 500.000 anos

Os materiais datáveis podem ser qualquer material que possua grande quantidade de carbonatos (estalagmites, corais, conchas) ou hidroxiapatita (ossos e dentes).

3.5.4.1 -Princípio

Este método é baseado na desintegração radioativa dos isótopos de urânio.

Existem dois isótopos radioativos de urânio (U²³⁸ e U²³⁵) que se desintegram gradualmente em elementos associados. Dois destes, o tório (Th²³⁰) e o protactínio (Pa²³¹), também se decompõem, com vidas médias úteis para datação. O aspecto essencial é que os isótopos de urânio são solúveis

em água, enquanto os seus associados não são. Isto significa que na água que se filtra nas curvas de calcário só aparecem os isótopos de urânio. Assim, uma vez que essa água se precipitou para formar os carbonatos de cálcio das paredes e solos de caverna (denominado travertino), o relógio radioativo começa a funcionar por causa dos produtos associados ao urânio. Quanto maior a quantidade destes produtos em relação aos isótopos de urânio, maior será a idade do travertino.

Este método é utilizado para datar rochas com um alto conteúdo de carbonato de cálcio. Como o Homem se utilizou de grutas e abrigos como refúgios, os artefatos e os ossos se incrustaram como camadas de carbonato de cálcio ou em outro tipo de sedimento entre dois níveis de depósitos calcários. Porém, a questão é determinar a ordem correta de deposição de uma caverna, podendo obter resultados ambíguos.

3.5.4.2 - Coleta de Amostra 10

Não necessita de cuidados especiais para a coleta.

Para calcita, é necessário 20g de amostra limpa, isto é , sem a presença de argila ou areia.

Para dentes, é necessário separar cuidadosamente os diferentes tecidos que os compõem. O único cuidado refere-se a posição exata das amostras retiradas das escavações.

¹⁰ As informações de coleta foram fornecidas por Christophe Falgueres, do Laboratoire de Préhistoire du Muséum National d'Histoire Naturelle, UMR 6569 du CNRS.Institut de Paléontologie Humaine, Paris.

4 - EXEMPLOS E PROPOSTAS DE APLICAÇÃO

Os sítios Mar Virado e o Areia Branca 6 (Fig. 19) apresentam características distintas e as propostas analíticas foram definidas de acordo com os vestígios arqueológicos apresentados em cada caso. No início, o objetivo era apenas propor as análises descritas no capítulo 3, porém a oportunidade em realizar algumas delas, possibilitou acrescentar mais dados servindo também como exemplos de aplicação. Os resultados obtidos, positivos ou negativos, foram analiticamente demonstrados para servirem de referências à outras pesquisas arqueológicas.

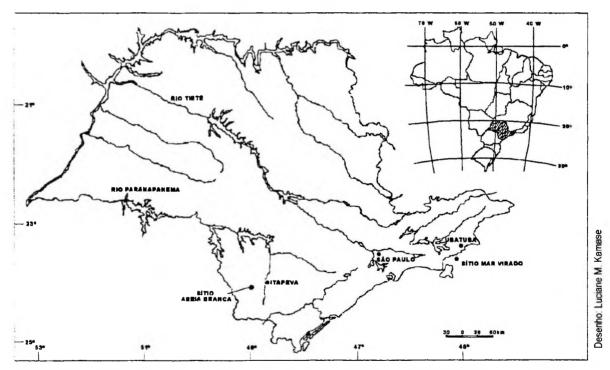


Fig.19 Mapa do Estado de São Paulo, com a localização do Sitio Mar Virado e o Sítio Areia Branca 6.

(Fonte: IPT)

O Sítio Mar Virado, localizado no litoral norte paulista, apresenta vestígios arqueológicos que podem ser identificados durante a escavação, com informações suficientes para sua interpretação. Enquanto no sítio Areia Branca 6, não há outros vestígios arqueológicos a não ser os montículos, indicando um processo construtivo artificial, semelhante aos sítios-cemitérios

dos antigos Kaingangs, relatados etnograficamente, principalmente nos séculos XIX e início dos XX.

Assim, de que maneira, as análises descritas no capítulo anterior poderiam acrescentar e/ou complementar os dados já existentes?

No caso do sítio Mar Virado, tais análises poderão complementar os dados já observados em campo e em laboratório, como a diferenciação geoquímica, especialmente o fosfato, que nos levará não só a identificar as diversas ocupações existentes na estratigrafia, como também, para observar a migração de certos componentes químicos horizontal e verticalmente com o objetivo de delimitar a área total da ocupação humana. Além da tentativa de observar a presença de pólen e outras feições micromorfológicas que possam ser complementadas à questão da dieta alimentar dos pescadores-coletores, e da ocupação mais recente. Para resolver a questão da temporalidade das ocupações serão necessárias várias datações.

Entretanto, para o estudo do sítio Areia Branca 6, as análises geoquímicas, micromorfológicas, restos vegetais, e as datações serão imprescindíveis para inferir informações científicas comprovando tratar-se de um sitio-cemitério.

Sejam quais forem os resultados obtidos, todas as análises serão posteriormente colocadas em um banco de dados, indicando a presença e quantificação dos diversos componentes químicos para traçarmos parâmetros associados às feições arqueológicas identificadas em campo.

4.1 - O Sítio Mar Virado

4.1.1 - Localização e Caracterização Geoambiental da Área de Estudo

De acordo com Fúlfaro et al. (1974), o litoral do Estado de São Paulo pode ser dividido em três compartimentos distintos, estando a porção norte inserida no denominado Compartimento Caraguatatuba, que abrange a planície homônima até a divisa do Estado do Rio de Janeiro. Este compartimento apresenta uma linha de costa com predomínio de pequenas enseadas e bacias de bolso, além de costões rochosos (Fig. 20)

A Ilha do Mar Virado caracteriza-se por ser uma das dezenas de ilhas continentais do Litoral Norte. As ilhas continentais são assim designadas por terem origem "da separação do continente por erosão de uma península primitiva ou de variação do nível do mar durante os períodos glaciais (Secretaria do Meio Ambiente, 1989).

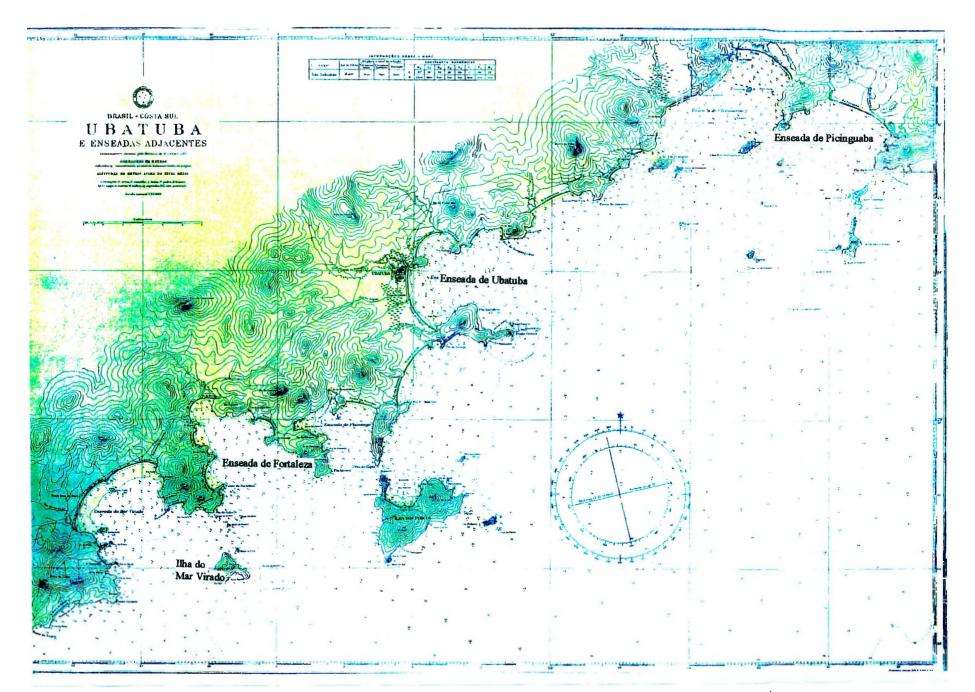


Fig. 20 Mapa geral do Litoral Norte do Estado de São Paulo com a localização da Ilha do Mar Virado.

O sítio Mar Virado localiza-se numa pequena enseada desta Ilha, situada na face protegida de NE, próximo à desembocadura de um pequeno curso fluvial. Localiza-se no paralelo 23° 34' Latitude Sul e meridiano 45° 09' Longitude Oeste(Fig. 21)

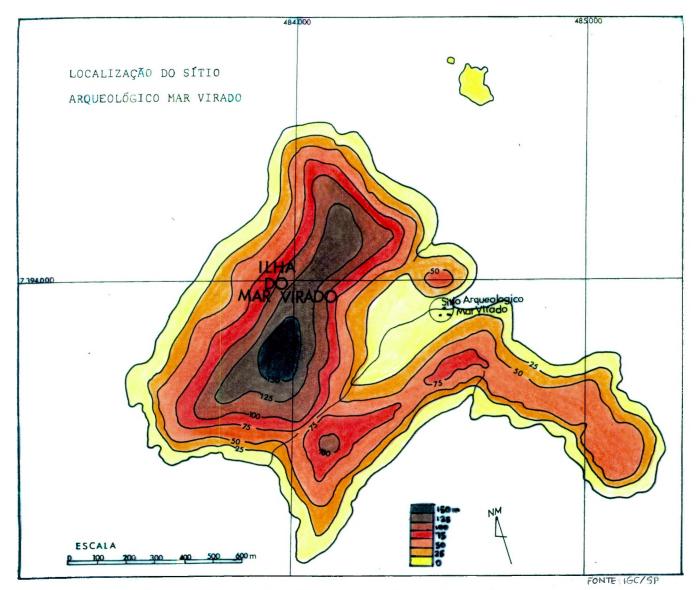


Fig. 21 Localização do Sitio Arqueológico

A Ilha, assim como a Anchieta e as Ilhotas de Dentro e de Fora; é a continuação dos terrenos e alinhamentos das estruturas geológicas continentais.

Este alinhamento orientam o relevo costeiro nas direções NNW-SSE,

N-S, NE-SW, ENE-WSW e E-W, subordinando a linha de costa e expondo ou protegendo baías (Fig. 22), enseadas e praias aos ventos e passagens de frentes meteorológicas (CRUZ, 1984).



Fig. 22 Baía da Ilha do Mar Virado

O relevo da ilha é sustentado por morros cristalinos, essencialmente granitóides que determinam o modelado do relevo.

Quanto a vegetação da Ilha, até a déc.60, houve uma superexploração para áreas cultivadas, observadas na foto aérea, escala I:25.000 (I.A.C.,1962).

Através de informações orais do atual morador da Ilha, Messias M. Navarro, foi possível entender a regeneração da vegetação. Ele conta que ao receber o direito de moradia na Ilha, os caiçaras que viviam como posseiros foram expulsos, não tendo sido permitido sua exploração e utilização.

A Profa. Sueli Ângelo, do Dep. de Geografia da USP, em sua dissertação de mestrado(1992) ,identificou os seguintes tipos de vegetação (Fig. 23):

- Mata de encosta com palmeiras (alterada)
- Mata de encosta com palmeiras (pouco alteradas)
- Mata úmida e densa de encosta
- Áreas cultivadas e com processos erosivos
- Campo de samambaias (Gleichenial)

- Vegetação saxícola (halófila)



Fig. 23 Vista da Mata de Encosta com palmeiras junto à mata úmida densa de encosta

Quanto ao clima, encontra-se inserida na área de climas úmidos das encostas expostas das massas de ar Tropical Atlântica (Monteiro,1973). O litoral Norte, assim caracterizado, destaca-se por apresentar menor participação das massas polares (30% a 40% de participação anual), estando sujeito com menor freqüência às invasões de frentes frias que os setores centrais e meridionais do Estado, mas a continuidade da Serra do Mar bem próxima da costa é responsável pela acentuada pluviosidade, mesmo durante o inverno.

A média anual de precipitação situa-se entre 1500 e 2000mm e temperaturas médias anuais de 20°C.

4.1.2. - Histórico das pesquisa de campo:

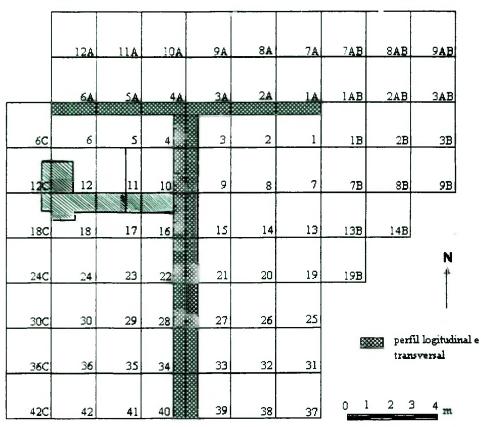
A pesquisa está inserida num amplo projeto que visa entender as ocupações pré-históricas e históricas do litoral paulista, coordenada pela Profa. Dra. Dorath P. Uchôa.

Iniciada em Dezembro de 1990, a escavação do sítio arqueológico na Ilha do Mar Virado, em princípio, havia sido em caráter de salvamento, na medida em que houveram inúmeras intervenções antrópica e/ou naturais na área.

No entanto, ao delimitarmos a área por meio de sondagens, observamos que o sítio foi superficialmente destruído, havendo uma profundidade média de 1,0m a ser escavada.

Iniciou-se então, a fase de delimitação e quadriculamento de 2x2m, com o auxílio dos topógrafos da prefeitura de Ubatuba. Na primeira etapa de campo, a área quadriculada foi de 168m², sendo ampliadas na medida em que os vestígios arqueológicos eram encontrados. Atualmente a área quadriculada é de 304m². (Fig. 24).

A estratégia de campo foi baseada na abertura de 2 trincheiras sendo uma longitudinal, sentido N-S; e outra transversal, sentido E-W, para entender o comportamento das camadas, através da análise estratigráfica. E o restante, dividido em quadras, vêm sendo escavado acompanhando cada unidade estratigráfica do sítio.



QUADRICULAMENTO GERAL DO SÍTIO MAR VIRADO - UBATUBA (SP)

Fig 24 Quadriculamento do Sítio Mar Virado, com o Perfil Transversal e Longitudinal

- Os números de 01 a 42 referem-se ao quadriculamento realizado na primeira e segunda etapas de campo.
- Os números acrescidos da letra "A" referem-se à ampliação do quadriculamento, no sentido NORTE, na terceira etapa de campo.
- Os número acrescidos da letra "B" referem-se à ampliação do quadriculamento, no sentido LESTE, na terceira etapa de campo.
- Os números acrescidos das letras "AB" referem-se à ampliação do quadriculamento na interseção NORTE / LESTE, na terceira etapa de campo.
- Os números acrescidos da letra "C" referem-se à ampliação do quadriculamento do sentido OESTE, na sexta etapa de campo.

4.1.3 - Estratigrafia do sítio e vestígios encontrados:

Observando a estratigrafia e os vestígios arqueológicos identificados durante a escavação, podemos sugerir pelo menos três períodos de ocupação, que serão confirmadas após um estudo mais detalhado do material encontrado e pelas datações.

A análise sucinta da granulometria, textura e cores do sedimento, para a subdivisão de camadas na estratigrafia do sítio vem sendo realizada por Araújo (1991).

O sítio Mar Virado vem apresentando a seguinte estratigrafia (Fig. 25):



Fig. 25 Estratigrafia do Sítio Mar Virado

As intervenções das populações mais recentes alteraram as camadas mais antigas, observadas nitidamente no perfil estratigráfico. As intrusões de argila atingem os bolsões de restos faunísticos, interrompendo a sua sequência horizontal (Fig. 26)

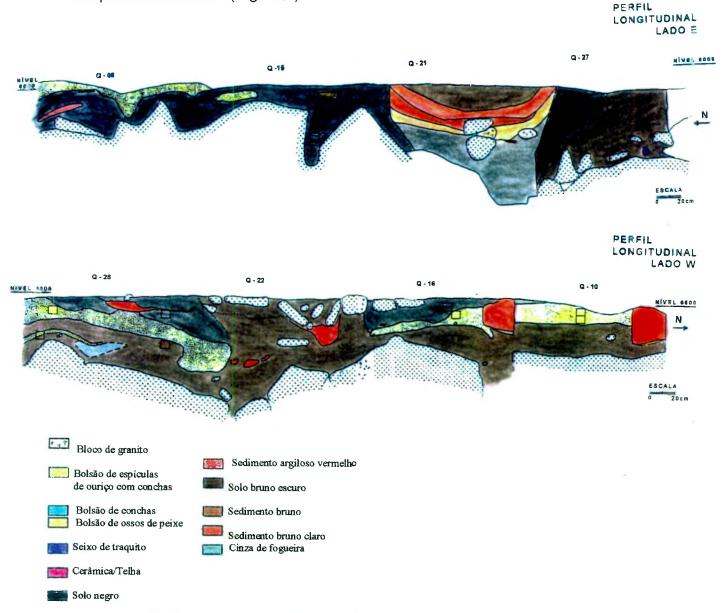
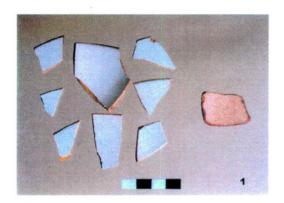


Fig. 26 Estratigrafia do Perfil Longitudinal.

1) CAMADA 1 - sedimento coluvial superficial

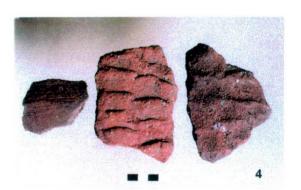
- cor :5YR 5/6 (vermelho-amarelado)
- textura: argilosa, com cristais angulosos de feldspato alterado e quartzo.

Nesta camada superficial foram identificados vestígios arqueológicos recentes (Fig. 27), como cerâmica e cachimbo tupiguarani misturados com materiais europeus, como a louça, metal e vidro, os quais foram registrados, porém não receberam numeração em campo.









Fotos: Wagner Souza e Silva

Fig.27 1) louça, 2) metais 3) cachimbo 4) cerâmica com decoração corrugada e sem decoração

O granito foi utilizado pelos habitantes mais recentes (final do séc. XIX até a segunda metade do séc. XX), para construção da estrutura de suas casas (Fig. 28). Por toda a Ilha, observa-se ainda ruínas de casas de alvenaria abandonada, onde a base de sua construção constitui-se de blocos de granito. Além disso, foram evidenciados durante a escavação, alinhamentos

desses blocos.

No "Repertório das Sesmarias concedidas pelos Capitães Generais de São Paulo desde 1721 até 1821" 11, sugere a presença de um morador na ilha há pelo menos dois séculos, que poderá ser confirmada mediante os vestígios encontrados e as respectivas datações.



Fig 28 Blocos de granitos utilizados como estruturas de casa.

- 2) CAMADA 2 solo areno-siltoso com abundância de restos faunísticos e sepultamentos humanos
 - cor 10YR 2/2 (bruno muito escuro)
 - textura: argilosa.

Nesta camada encontra-se a ocupação do(s) grupo(s) pescador(es)-coletor(es), onde observamos a presença predominante de bolsões de alimentação, isto é, concentração de restos faunísticos e sepultamentos humanos.

Foram identificadas os seguintes restos faunísticos até o momento: Moluscos: Spondylus americanus, Astrea sp, Cyprea zebra, Tegula viridula,

¹¹ Organizado pelo Departamento do Arquivo do Estado vol.IV, SP. Tip. Da Globo, 1944,p.386 – "Manoel Joaquim, morador da Ilha do Mar Virado, distrito da Villa de Ubatuba. A Ilha terá de comprido ¼ de légua e meio de largo" (L.39, FLS,88v).

Thais haemastoma, Pinctada radiata, Anomalocardia brasiliana, Pitar sp, Perna perna, Strombus pugilis, Pecten ziczac.

<u>Crustáceos</u>: *Mithrax hispidus* (santola), *Mennipe nodifrons* (guaiá), Cardisoma guanhumi (guaiamu) e craca.

Coral cérebro.

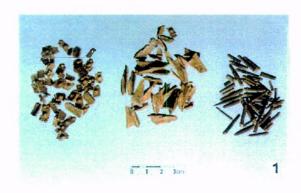
Equinoderma : Echinometra lucunter (ouriço do mar)

Scaphopoda: Dentalium sp.

Peixes: Carcharodon carcharias, Galeocerdo curvieri, Odontaspis taurus, Rinhoptera sp., Aetobatus narinari, Alopias vulpinus, Haemulon sp, Conodon nobilis, Micteroperca sp., Netuma barba, Sciadeichthys Iuniscutis, Diodon sp, Lagocephalus Iaevigatus, Scarus sp., Sparisoma sp., Balistes vetula, Lutjanus sp., Diplodus argentus, Micropogonias curvieri, Pomatomus saltatrix, Ephinephelus sp., Pogonias chromis, Lariumus breviceps, Chaeltodipterus faber, Trchirus Iepturs, Selene sp., Cynoscion sp., Centropomus sp., Archosargus probatocephalus, Dactilopterus volitans.

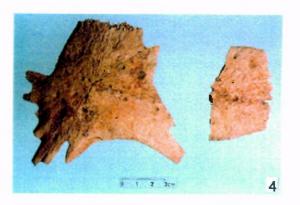
Mamífero, Réptil, Ave: Baleia, Bugio, Capivara, Porco do Mato, Gambá, Lagarto, Ave, Tartaruga e Teiú.

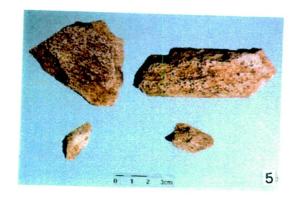
Dentre os quais, os predominantes são:

















Fotos: Wagner Souza e Silva

Fig 29 1) Ouriço-do-mar (*Equinoderma luncnter*) 2) Dentes de raia (*Dentalium sp.*) 3) Moluscos (*Spindylus americanus, Astrea sp. e Cyprea zebra*) 4) ossos de tartaruga 5) ossos de mamífero marinho 6) ossos de aves e répteis 7) otólitos de roncador (*Conondon nobilis*) e Bagre (*Ariidae*)

Foram evidenciados e exumados 23 sepultamentos entre enterramentos primários e secundários, e por vezes apresentavam-se calcinados. Em relação a estes sepultamentos, apenas 5 estavam em conexão anatômica, e os demais apresentavam-se desconectados ou não puderam ser identificados por estarem fragmentados e/ou incompletos (Fig30e Fig.31).



Fig. 30 Sep-2 - em conexão anatômica



Fig. 31. Sep.3 – sem conexão anatômica.

Observou-se ainda que carapaças de tartaruga e ossos de baleia estavam sobre alguns dos indivíduos (Fig 33), além de blocos de granitos dispostos ao redor desses enterramentos (Fig.34).



Fig.33 Ossos de baleia cobrindo um sepultamento calcinado (Sep.sem número)



Fig.32 Sep.10 com carapaças de tartaruga

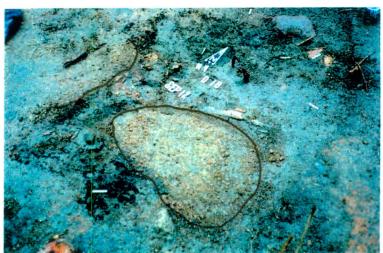


Fig 34 Sep 12, enterrado entre dois blocos de granito

Os artefatos podem ser divididos em osteodontomalacológicos e líticos.

Os artefatos osteodontomalacológico podem ser divididos em utilitários e adornos, como por exemplo, as pontas em raios de nadadeira ou em ossos de mamífero, que poderiam ter sido utilizado na pesca e/ou caça de animais de pequeno porte e os dentes de seláquio que além de sua utilização como adorno, poderiam ter servido também de adornos ou como um instrumento de corte, observação baseada no desgaste e estrias que neles se apresentam. (Uchôa e Garcia, 1971).

Os predominantes são as pontas em raio de nadadeira; ponta em osso de peixe; pontas em osso de mamífero ou ave; vértebra de seláquio, perfurada; dentes de boto e seláquio, perfurados e molusco, perfurado (Fig.35)



Dentes perfurados de seláquio



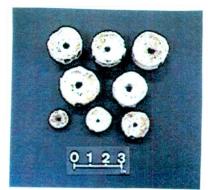
Moluscos perfurados (Strombus sp.)



Pontas em ossos de mamífero e esporão de raia



Ponta em ossos de peixe e Apara de raio de nadadeira



Vértebras perfuradas de seláquio

Foto: Cibele E.V. Aldrovandi

Fig. 35 Artefatos osteodontomalacológicos.

E os artefatos líticos predominates são as lascas e estilhas de traquito e as lâminas de machado (Fig. 36)





Fig. 36 1) Lascas e estilhas de traquito e quartzo 2) esboço de lâmina de machado

Além disso, foram encontrados lascas de diabásio, seixos-percutores de traquito e granito, blocos retocados de quartzo e traquito, corantes, e plaquetas de diabásio retocadas.

Os seixos, blocos e as lascas de traquito e quartzo foram utilizados pela população de pescador-coletor como instrumentos de trabalho. A fonte destas matérias-primas não foi encontrada até o momento, nas imediações da Ilha.

Este grupo aproveitou os blocos e matacões para enterrar seus mortos, indicando um possível padrão funerário. Porém, ainda está em estudo se muitos destes blocos já se encontravam "in loco" ou se foram trazidos das proximidades. Muitos seixos de traquito, sem marcas de utilização, também foram encontrados próximos aos sepultamentos, indicando um possível ritual funerário, a exemplo do que foi observado no Sitio Tenório (Uchôa, 1973).

Foram encontrados vários "coquinhos" queimados junto às fogueiras, indicando assim, sua utilização pelo homem e a apropriação de um recurso natural próximo à área de assentamento (mata de encosta com palmeiras).

3) CAMADA 3 -

- cor: 5YR 3/2 (bruno avermelhado escuro)

- textura: arenosa

Nesta camada não foi encontrado nenhum vestígio arqueológico que a pudesse identificar como uma camada de ocupação, apenas lascas e seixos em posição sub-vertical.

A análise granulométrica:

Na área fora do sítio, foram feitas tradagens, alcançando uma profundidade superior de 50cm, e durante toda a operação, só foi observado solo argiloso avermelhado.

Comparação da granulometria do sedimento coluvial dentro e fora do sítio (Tab.7).

Grânulos: 4-2mm; Areia 2 a 0,062mm; Siltes: 0,062 a 0,004mm; Argilas: <0,004mm.

Sedimento coluvial do sítio	Sedimento coluvial fora do sítio
Grånulos = 0,21%	Grânulos = 2,2%
Areias = 30,28%	Areias = 31,94%
Siltes = 12,2%	Siltes = 14,04%
Argilas = 57,17%	Argilas = 51,65%

Tab.7 Granulometria do sedimento coluvial dentro e fora do sítio

Conforme a tabela acima, as porcentagens de argila, silte e areia são bastante próximas. Observa-se apenas uma diferença bem considerável nos grânulos, dez vezes mais freqüentes no sedimento fora do sítio. Isto pode estar relacionado com a sua proximidade da encosta. Este colúvio não cobre o sítio de maneira uniforme. Em alguns locais (porção SE do sítio) pode-se perceber que o mesmo foi removido por erosão. Em outros pontos, o sedimento escuro, onde se concentram os vestígios de fauna e sepultamentos, afloram na superfície.

A distribuição vertical do sedimento coluvial é bastante irregular,

também em alguns pontos, desaparece nos primeiros centímetros, e em outros parece preencher grandes depressões com mais de 40cm de profundidade.

Foi aberta, na porção topograficamente mais baixa do sítio, uma trincheira (denominada trincheira SE com 160cm de profundidade). Nesta porção, a camada superficial já havia sido erodida. Durante o aprofundamento da trincheira, foram encontrados vários percutores, lascas e seixos utilizados (total de 9 peças), e muitos em posição subvertical e no nível mais profundo.

Nesta trincheira, foram identificadas duas camadas distintas: um solo bruno escuro que se desenvolve do topo até aproximadamente 40cm de profundidade, seguido de um sedimento negro, que ocupou o restante do perfil até a profundidade alcançada. Este sedimento negro, mais profundo, apresentou uma porcentagem maior de grânulos, conforme a tabela 8:

Solo bruno escuro (Camada 2)	Solo negro (Camada 3)
Grânulos = 5,30%	Grânulos = 14,98%
Areias = 55,92%	Areias = 53,66%
Siltes = 30,55%	Siltes = 22,2%
Argilas = 8,20%	Argilas = 9,01%

Tab. 8 - Granulometria do sedimento da trincheira SE

A partir destes dados, pode-se levantar algumas hipóteses: a presença de lascas e seixos em posição subvertical poderiam indicar a deposição dos mesmos em fossa de entulho. Outra possibilidade seria o deslocamento vertical das peças por ação da gravidade e bioturbação, já que o solo arenoso na qual elas estão inseridas, permitiria tal tipo de alteração pós-deposicional.

4.1.4. – Exemplos e Proposta de aplicação dos métodos e técnicas para análise do sedimento e solo do sítio.

Atualmente, foram propostos novos objetivos para complementar as informações já existentes, enfocando a análise detalhada da estratigrafia, e todos os componentes a ela associados. A análise dos vestígios arqueológicos à nível microscópico poderão trazer grandes contribuições para o entendimento do sítio arqueológico, auxiliando na estratégia de campo, como por exemplo, a delimitação da área do sítio, servindo para identificar o processo de formação do terraço onde se localiza o sítio e eventuais processos tafonômicos que poderão diferenciar a deposição natural da cultural. Estes novos objetivos foram decorrentes da complexidade em se entender a estratigrafia apresentada pelo sítio, visto que houveram, pelo menos, três ocupações num mesmo espaço (pescador-coletor, horticultor e de europeu).

Enfatiza-se a questão de que todas as análises serão conjuntamente interpretadas e associadas a outras feições do sítio.

Proposta de análise:

A princípio, serão feitas as análise de colorimetria do *spot test*, definida por Eidt (1974,1977) e descrita no capítulo 3. Estas análises identificarão as diferenças de concentração do fosfato em superfície, e nas diferentes camadas, para verificar se as delimitações inferidas ao sítio correspondem à área real do sítio. Sempre comparando com as "amostras-controles" do seu entorno.

Para isso, serão feitas coletas de amostras sistemáticas nos perfis transversal e longitudinal. Amostras de 10g de sedimento de cada unidade estratigráfica, com espaçamento horizontal de 50cm. Se ocorrerem camadas com micro-diferenças, deverão ser coletas também.

Estas amostras serão levadas para laboratório para identificação e quantificação dos seguintes elementos: Ferro (Fe), Cálcio (Ca), Fosfato, Magnésio (Mg), Potássio (K), Carbono (C), Nitrogênio (N) e Zinco (Zn).

Estes são os principais elementos que poderão identificar as diferentes ocupações, assim como as áreas de atividades .

Os níveis de pH também serão feitas em campo, com as "Tiras Indicadoras Universais de pH (0-14 e 4,0 a 7,0) MERCK, Germany e um pHmetro de campo. E também em laboratório, com um pHmetro de maior precisão.

A coleta de sedimentos de sepultamentos, quando o esqueleto estiver em conexão anatômica, será feita na região da bacia (para análise palinológica e quantificação do fosfato), do crânio, do fêmur e do úmero. Deverão ser coletados (seguindo a técnica descrita no cap.3) 10g de sedimento, junto ao crânio, aproximadamente 30cm afastado lateralmente, e em profundidades variadas (10cm, 50cm e 100cm), o mesmo se procederá com o fêmur e o úmero. Deve-se coletar as amostras dos bolsões de alimentação onde não há presença de ossos humanos e as áreas circundantes ao sítio.

Esta será uma análise específica em que poderemos identificar a migração do fosfato no sentido lateral e em profundidade.

Partindo-se do princípio que os ossos são particularmente e diferencialmente ricos em fosfato, com 60% do mineral hidroxiapatita Ca₅(PO₄)₃OH, a técnica tem sido aplicada freqüentemente em sítios de enterramento (Keeley *et al.*, 1977) e sítios de cremação (Crowther, 1993 *apud* Crowther, 1996).

No estudo de Crowther (1997), ele confirma a migração do fosfato verticalmente, em uma área de enterramento: calcário e turfa; enfatizando a necessidade de criar uma estratégia de coletas de amostras, levando em conta as variações naturais antigas das concentrações de fosfato, variações espaciais na capacidade de retenção do solo, variações verticais do fosfato dentro dos perfis de solo, e os efeitos dos fosfatos recentes colocados pelos

fertilizantes, adubos, pastagens. Tudo isso geraria um erro grave de interpretação, como por exemplo, se a alta concentração vem do sepultamento em si, ou do sedimento repleto de ossos de peixe e carapaças de moluscos; se a causa é a intensidade das atividades de bioturbação (raízes, formigas, etc.). Todos estes dados servirão como parâmetro inicial para futuros trabalhos que venham a se realizar.

Além disso, serão comparados os níveis de fosfato e outros elementos químicos citados acima entre as camadas diferenciadas de ocupação.

No caso do Sítio Mar Virado, por não sabermos a origem do sedimento em que o sepultamento se assenta, a concentração de fosfato poderia ser originada também deste sedimento, indicando uma leitura errada e consequentemente uma interpretação errada. Pois, este sedimento está presente em toda a área do terraço.

A análise de microartefatos servirá para constatar a sua presença na camada mais profunda, onde só foram encontrados seixos de traquito acumulados, em determinadas áreas.

A coleta da amostragem faunística, apesar de não ser descrita nesse trabalho, é imprescindível para entender a questão da dieta alimentar do grupo pescador-coletor.

Os critérios de coleta foram definidos por Levy Figuti (1993), adaptados aos critérios utilizados por C.D.R. Garcia em várias de suas pesquisas no litoral.

As atividades de subsistência estão sendo estudadas atualmente pela pós-graduanda Paula N. Barbosa ,sob orientação do Prof. Dr. Levy Figuti.

Por isso, não serão abordados no presente trabalho.

Para efeito de teste, uma amostra de sedimento retirado ao redor do Sep-2, foi levado a um laboratório, o CENTRALSUPER, Comércio de Produtos Químicos Ltda¹². Esta amostra registrou alguns resultados, porém, pela falta de amostras-controles e de conseqüente ausência de parâmetros comparativos, ficam registrados os valores para futuras pesquisas:

Analítico	Resultados		
Alumínio	2,76%		
Ferro total	1,32%		
Fosfato	5,95%		
Carbonato total	0,32%		
Sódio	0,15%		
Chumbo	3.50 mg/l 410,43 mg/l		
Potássio			

¹² Agradeço à gerente técnica Carmen Silvia de Lima.

4.2 - O Sítio Areia Branca 6

4.2.1 - Localização e Caracterização Geoambiental:

O Sítio Areia Branca 6 localiza-se no bairro de S. Roque, município de Itapeva (à 350km SE de São Paulo) com coordenadas geográfica de 24°04'00" Latitude Sul e 48°37'17" Longitude Oeste(Fié 37)

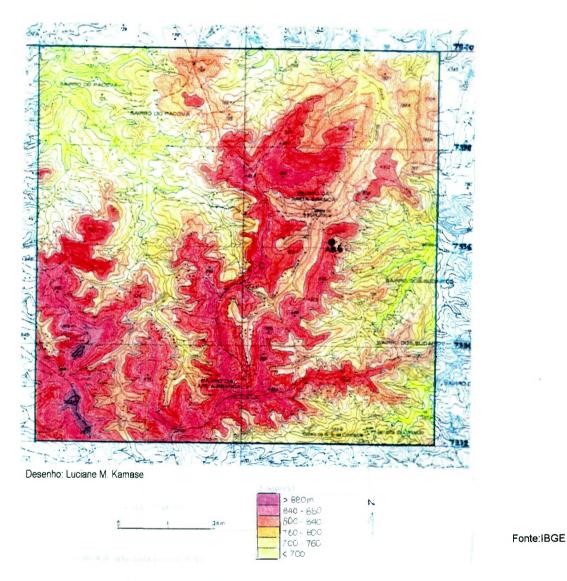


Fig 37 Localização do Sítio Areia Branca 6

O clima da região apresenta-se com temperaturas elevadas no verão (superiores a 22°C) e com o predomínio de temperaturas amenas no inverno (médias inferioes a 18°C), devido à influência da altitude e ao posicionamento

ao longo da trajetória das correntes de origem subpolar. A precipitação acima de 1500mm anuais é devido aos efeitos topográficos, como o recuo da Serra de Paranapiacaba na região, e a presença constante de frentes polares.

A vegetação original que era composta de floresta latifoliada tropical úmida de encosta, floresta latifoliada tropical, cerradão e campos naturais, foi substituída por grandes áreas de reflorestamento de "pinus" e eucalipto, atividade agro-pastoril e culturas anuais (Araújo, 1995).

Na região entre Itapeva e Itararé, o relevo predominante é de colinas paralelas e morros alongados .

4.2.2 - Histórico das Pesquisas de Campo

O sítio arqueológico Areia Branca 6 insere-se no quadro cultural denominado Tradição Itararé, que abrange a cultura Kaingang e suas diversas denominações (Guayaná, Coroado, Xokleng).

Este sítio foi encontrado devido aos trabalhos de prospecção arqueológica na área onde irá passar o gasoduto vindo da Bolívia, cuja construção é de responsabilidade da Petrobrás. Os trabalhos de prospecção e salvamento são coordenados pelo arqueólogo Prof. Dr. Paulo D. De Blasis.

Com o objetivo de localizar, delimitar e "salvar" todo material encontrado ao longo da linha do futuro gasoduto, deparou-se com este sítio arqueológico.

O Sítio Areia Branca foi dividido em duas áreas distintas - a de habitação denominado Areia Branca 5, com presença de fragmentos cerâmicos e líticos em sílex e quartzito; e o cemitério, Areia Branca 6 (datação: 1430±60BP, Beta Analytic Inc), identificado pelos montículos de terra que estavam presentes por toda vertente. Cabe notar que as áreas são contínuas. e os dois "sítios" podem ser considerados como um conjunto.

Este tipo de cemitério Kaingang é conhecido apenas por fontes etnográficas e alguns trabalhos arqueológicos que mencionam tais cemitérios, mas não realizaram escavações.

O trabalho de campo

O estudo em questão está concentrado no sítio cemitério, o qual serviu como proposta de aplicação dos métodos e técnicas apresentados ao longo do presente trabalho.

Na primeira etapa de campo, em Agosto de 1998, foram identificados aproximadamente 40 montículos ao longo de uma vertente com declividade média de 29º.

Inicialmente foi aberta uma trincheira no sentido Norte-Sul ,com 4,0 metros de extensão por 0,50m de largura, cortando dois dos montículos (aproximadamente 3,00 x 3,80m e 1,50m de altura), observamos as diversas etapas construtivas do montículo, claramente visíveis na estratigrafia. Porém, não foi constatado nenhum vestígio material, apenas o sedimento. Para comprovarmos a hipótese de ser um sítio cemitério, são necessárias inferências de um conjunto de informações orais, etnográficas, associadas aos dados arqueológicos obtidos nestes sedimentos.

As informações orais levaram os arqueólogos, num primeiro momento, a considerar estes montículos como restos de trincheiras da Revolução de 1932. Porém, ao observar o contexto do sítio em relação à paisagem e sua localização; notou-se que não eram, de maneira alguma, uma área estratégica de fronteiras para um confronto ou posto de observação que necessitasse de tais trincheiras. Estas, estão localizadas mais ao Sul, na região de Itararé, divisa com o Paraná. Além disso, a morfologia dos montículos não condizia com o que era considerada uma trincheira.

Com o início das escavações, esta primeira hipótese foi descartada.

Partimos para a hipótese de ser um sítio-cemitério pertencente ao grupo dos Kaingang, já que há tempos eram conhecidos arqueologicamente nesta região (Robrhan,1989) e principalmente no Sul (Becker,1976,1994; Chimz,1968; PRONAPA, 1969; Reis, 1980, Schimtz, 1967).

Uma segunda etapa de campo foi realizada no mês de Outubro de

1998, para ensinar aos alunos as técnicas de escavação como parte do "Curso Prático em Arqueologia: Métodos e Técnicas Básicas de Campo e Laboratório", no período de 28/08/1998 a 10/01/1999.

Paralelamente a isso, a necessidade de formular novas estratégias de campo para entender este sítio, levou-nos a refletir em certas questões levantadas na etapa anterior, como alguns aspectos do processo de construção do montículo, o local onde foi enterrado o indivíduo, a evidência de cova ou não, qual o tamanho exato deste montículo e etc.

Para isso, retomamos a trincheira, com aprofundamento e abertura de mais 0.30m.

As informações etnográficas auxiliaram a caracterizar funcionalmente os montículos, visto que existem várias descrições quanto à sua morfologia e os rituais de enterramento, cientes de que a inferência de tais analogias devem ser feitas com muito cuidado.

Becker, 1976, ao abordar os índios Kaingang do Rio Grande do Sul, relatou diversas descrições etnográficas a respeito destes rituais desde o início do séc.XIX até meados do séc.XX.

Em uma das referências, Teschauer (apud Becker,1976:264) descreve que:

"Ali enterravam seus mortos diretamente em uma vala aberta exprofesso, cobrindo a sepultura com um montão de terra em forma piramidal. Na cabeceira deste montículo colocavam uma vasilha e ao pé do mesmo se acendia um fogo lento que os parentes do defunto cuidavam e alimentavam dia a dia. O recipiente servia para que o morto bebesse, e o fogo para afugentar as moscas".

Ao escavar um dos montículos, foram evidenciadas concentrações de carvão, sem uma estrutura de fogueira definida, além de dois fragmentos cerâmicos. Tais evidências nos levam a inferir semelhança com a descrição etnográfica acima.

Para obter mais dados que corroborassem tal idéia, serão propostas as análises químicas, polínicas e de micromorfologia.

Neste tipo de sítio, especificamente, onde os vestígios arqueológicos são escassos ou inexistentes devido a diversos fatores climáticos e problemas físico-químico do sedimento (como por exemplo, a acidez), as análises microscópicas são a base de fonte de informações.

Novamente, devemos enfatizar que tais análises servirão como indicações de informações, como por exemplo, a concentração de fosfato em determinadas áreas, inferindo a existência do "corpo do indivíduo" neste local.

4.2.3 – Estratigrafia

A estratigrafia natural é composta basicamente por 4 camadas (Fig. 38)

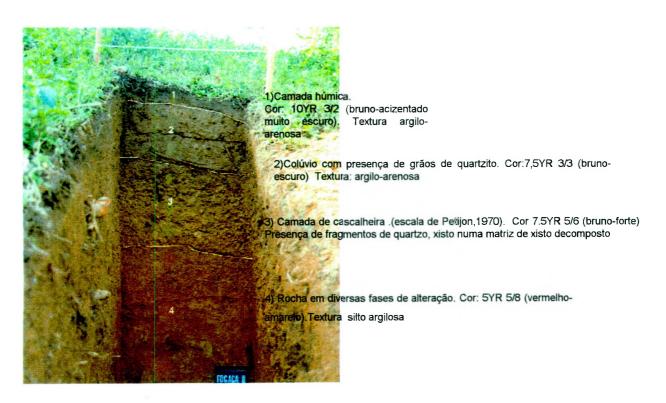


Fig 38 Perfil da estratigrafia natural

4.2.4 – Exemplos e Propostas de aplicação de métodos e técnicas para a análise do solo e sedimento do sítio.

Análise do fosfato

- a) spot-test- teste de colorimetria em campo e análise do pH
- O reagente A do *spot-test* (para entender os procedimentos vide cap.3, análise do fosfato) foi preparado no laboratório de Conservação e Restauração do MAE, com as substâncias químicas necessárias doadas pelo Prof. Mauro Bertotti, do Departamento de Química Analítica da USP e Cláudio C. Zoppi, do Departamento de Bioquímica (Institiuto de Biologia) da Unicamp

Estes reagentes foram colocados em pequenos vidros com tampas e acondicionados em uma caixa de plástico para transporete até o sítio.

- O reagente B, contendo O,5g de ácido ascórbico foi colocado em pequenos frascos plásticos, já pesado em laboratório (este deve ser misturado com a água destilada na hora do teste).
 - A água destilada foi fornecida pelo Laboratório de Conservação.
- O filtro utilizado para o teste foi o "Papel filtro quantitativo IRAMEX, diâmetro 9,0cm 389² Faixa branca. Cinza 0,00005g. (Schelicher e Schull Alemanha)
- Os frascos de vidro, conta-gotas e facas de manteiga para coleta de amostra foram improvisados devido à falta de recursos.

Este tipo de análise em campo para identificar a presença de fosfato, foi testado em campo pela primeira vez em sítios arqueológicos no Brasil. Apesar de haver críticas (Crowther, 1997) quanto a sua precisão (o principal problema neste teste é a fraqueza dos reagentes para extrair o fosfato e no caso, o fosfato orgânico), o *spot-test* resultou em alguns dados que serão confrontados com os dados obtidos em laboratório. As análises já realizadas no Brasil só foram obtidas em laboratório (Reis, 1980;Kern,1997).

Foram analisadas 112 amostras ao longo da Trincheira 1, Perfil Oeste, Trincheira 3, Perfil Norte e Leste, Trincheira 4, Perfil Norte e Leste. Porém,

concentraremos as análises no primeiro montículo, que engloba a Trincheira 1 e a Trincheira 3, pois as análises de laboratórios se restringiram a ele.

Cada amostra foi retirada com a ponta da faca e colocada no filtro de papel já devidamente alocado sobre um frasco de vidro (apenas como suporte para o filtro).

Durante os primeiros testes, tentou-se utilizar a tabela de valores criada por Eidt (1977),(vide cap.4 pag.10) como parâmetro quantitativo do fosfato encontrado no solo ou sedimento. Porém, a dificuldade em combinar tais valores foi praticamente impossível.

Constatamos divergências no uso da tabela, e decidimos que este teste não teria um valor quantitativo, pela fraqueza do teste, mas sim, um indicativo de maior ou menor presença do fosfato no solo.

Assim, seguindo os mesmos procedimentos de análise, isto é, a amostra no filtro é umedecida com duas gotas do reagente A, após 30 segundos, adiciona-se a mesma quantidade do reagente B. 30 segundos após a adição do reagente B, formou-se um anel azulado, indicando a presença de fosfato. A intensidade da cor e a definição dos traços desses anéis indicam diferentes quantidades de fosfato na amostra (Fig. 39). No caso, optamos pela indicação de intensidade fraca, média e forte. Todas as leituras devem ser feitas num intervalo de 2 minutos, pois este teste produz uma reação contínua, e o anel se irradia por todo o filtro após este tempo.



Fig.39 A -Início da Reação

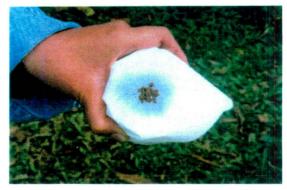


Foto: Eduardo G. Neves

B- Final da reação, formando um anel azulado

Em certas áreas do montículo houve uma concentração de fosfato, supondo que o "corpo do indivíduo" poderia estar enterrado neste local.

Devemos levar em consideração diversas variáveis que possam afetar tais resultados, como a questão da declividade onde se localizam os montículos, a grande quantidade de raízes e formigueiros e etc.

Nos perfis abaixo, indicamos a área de concentração de fosfato.

Observa-se que no montículo da Trincheira 3, a concentração de fosfato apresentou-se dentro da camada 2^A (colúvio removido), pressupondo que o "corpo" estivesse neste local (Fig. 40).





Foto: Eduardo G. Neves

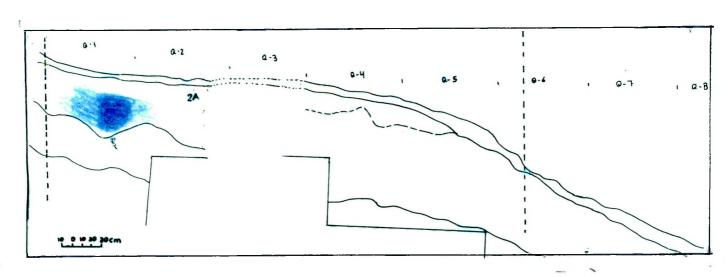


Fig.40 Concentração de fosfato indicado pela coloração azul na T3, parede Norte

Estas análises devem ser complementadas com as de laboratório e outros testes como a análise polínica.

O pH tirado em campo com as **Tiras Indicadoras de pH entre 4,0-7,0**, com variações de 0,3. MERCK, Germany e com um **pHmetro de campo**.

Com uma faca de metal, retirou-se uma pequena quantidade de sedimento do perfil, da base para o topo.

Cada amostra, foi colocada num vidro e dissolvido em água destilada (o suficiente para molhar a tira).

Local de coleta das amostras para o teste de pH:

Com as tiras, as amostras apresentaram o mesmo pH, equivalente a 4,4. Com o pHmetro, os valores foram os seguintes (Fig. 41):

- 1) T1 Quad.Sup.4 Perfil Oeste, 0-20cm pH = 5,13
- T1 Quad.Sup.4 Perfil Oeste, 80-90cm pH = 4,31
- 3) T1 Quad. Sup.2 Perfil Oeste, 40-50cm pH = 4,94
- 4) T1 Quad. Sup.5 Perfil Oeste, 80-90cm pH = 4,49

Observa-se que os testes de tiras não apresentam precisão na análise deste tipo de solo, por isso recomendamos um pHmetro de campo ou de laboratório para a obtenção dos valores de pH.

O objetivo proposto para o teste de pH seria para verificar se existem pequenas variações entre as camadas ou mesmo dentro de uma mesma, para associá-las aos testes de fosfato. Num panorama ideal, se uma concentração de fosfato em determinados locais for identificada, o pH poderia apresentar um valor mais alto, tendendo a ser menos ácido.

Porém, no caso deste sítio-cemitério, existe um agravante quanto a interpretação deste dados, pois estamos lidando com uma área de vertente, onde ocorrem intensa lixiviação dos componentes químicos. Observamos que os valores mais baixos de pH se encontram exatamente na área do montículo, podendo indicar que houve uma intensa lixiviação.

b) análise quantitativa do fosfato

Os resultados do fosfato total obtidos no Laboratório de Wales, Lampeter, levaram-nos a reavaliar todo o processo analítico, desde a estratégia de coleta até a análise do *spot test*.

Os resultados foram os seguintes:

N° amostra	Trinch./Qua dra	Perfil	Data da coleta	Fosfato total (mg/g)	Obs
99	a	a	u	0,613	
101	•		u	0,515	-
103	H	ш	u u	0,596	
105	4		и	0,588	
117	ď	- u	и	0,606	
121	T1/Q4	Oeste	u	0,761	
127	u	<u>"</u>	4	0,698	
133	•	u		0,650	
148	T1/Q2	-		0,662	
153	T1/Q1	Oeste	u	1,19	
155	•	æ	•	0,371	Cam. Natural
156	4		a	0,891	GI .
157	•	<u>"</u>	4	1,05	u u
192	T3/Q7	Norte	u	0,369	
206	T3/Q6	Norte	u	0,654	<u> </u>
210	u.	-	ii ii	0,336	
246	T3/Q5	Norte	u	0,599	
249		-	и	0,520	
256	и	и		0,612	

Tab. 9 Análise do Fosfato Total (em mg/g)

Na tabela 9 , observamos que a concentração maior do fosfato está na área natural. Isso pode ter ocorrido devido a coleta destas amostras ter sido feita na alta vertente, onde se verificaria uma estabilidade maior do componente químico nesta área.

As áreas de concentração do fosfato identificadas no spot test foram

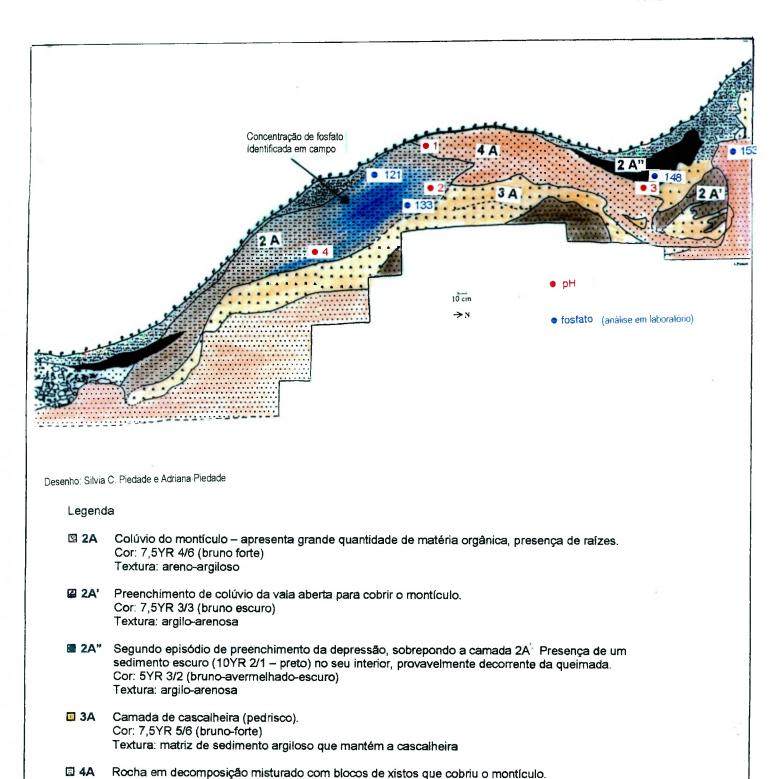


Fig. 41 - Trincheira 1, Perfil Oeste - análise do fosfato e do pH

Cor: 5YR 5/8 (vermelho-amarelado)

Textura: silto-argilosa

semelhantes as dos testes de laboratório. Como este propiciou mais dados, pudemos mapear esta concentração, mas nos dados de laboratório, pela amostragem analisada ser bem menor, não constatamos tal concentração. Além disso, a variação entre os valores obtidos em laboratório é muito próxima, impossibilitando a indicação de alguma anomalia.

O interessante é verificar que apesar do *spot test* ser conhecido pela fraqueza de extrair o fosfato, ele conseguiu constatar algumas diferenças de concentração, comprovadas pelos testes de laboratório. Infelizmente não pudemos constatar com todas estas análises, a proposta inicial de indicar a concentração de fosfato para inferirmos a presença do "corpo" na área do montículo.

Porém, a questão não é conclusiva e observamos que houve uma falha na estratégia de coleta, pois esses valores não possuem referências para comparação, na medida em que as amostras naturais foram coletadas apenas do início da trincheira, e não temos dados para saber como os componentes químicos agem numa vertente com declividade de 29°.

A intensa lixiviação da área natural poderia ser avaliada e comparada com a área do montículo.

Assim, para futuras análises serão necessárias novas estratégias de coleta.

A primeira é a abertura de uma trincheira paralela à trincheira do montículo, para compararmos os resultados obtidos do montículo em relação à área natural. Os procedimentos de coleta serão os mesmos.

A segunda é a realização de tradagens, sem abertura de trincheira, com a análise de topossequência da área dos montículos. Esta análise referese a identificação da sequência dos horizontes do solo em uma determinada área. Para isso, orientamos a bússola nas direções mais significativas (cabe ao pesquisador defini-las). A partir deste alinhamento, serão feitas tradagens com coletas de amostras de todas as camadas identificáveis.

Com as análises geoquímicas dessas amostras poderemos identificar as anomalias existentes no sítio, comparando-as com os dados já existentes.

Proposta de análises

- Análise de micromorfologia

A coleta de amostra (fig. 42) foi feita seguindo os critérios descritos no capítulo 3.

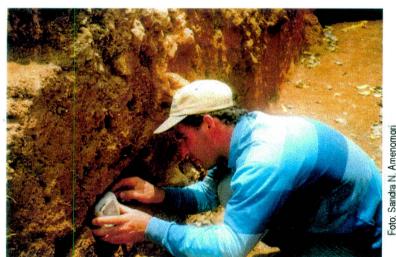


Fig.42 Coleta de amostra indeformada para a análise de micromorfologia

As lâminas estão sendo preparadas no Instituto de Geociências da USP, sem previsão de término, por isso este trabalho indicará o potencial deste tipo de análise.

Nosso objetivo é tentar observar algumas feições identificáveis em lâmina. O ideal seria encontrar feições microscópicas de alguma estrutura humana, como um osteócito (célula óssea humana). Além disso, podemos observar se existem variações das microestruturas entre o primeiro montículo e o segundo, auxiliando na identificação de certos componentes do processo de construção que não são observáveis a nível macroscópico.

- Análise polínica e/ou fitólitos
- Esta análise tem dois objetivos principais:
- comprovar a presença ou ausência dos grãos de pólen ou fitólitos
- no caso de haver pólen ou fitólito, a análise serviria para comparar os dados etnográficos existentes com os palinológicos.

Como nas descrições de Metraux (1963):

"O cadáver, com todos os pertences fúnebres é colocado numa câmara profunda coberta com frontes de palmeiras e terra".

E Serrano (apud Becker, 1976):

"Seus mortos eram enterrados em fossas cujo fundo era coberto com folhas de palmeiras como também o cadáver depois de sepultado"(...)

Se fosse identificado algum tipo de palmeira nas análises palinológicas do montículo, haveria mais um dado para ser incorporado às interpretações do sítio-cemitério.

- Análise do DNA:

O potencial analítico do DNA em sedimento e/ou solo será um hipótese de trabalho ainda não discutida na pesquisa arqueológica.

Em conversas com a Profa. Dra. Andrea Ribeiro dos Santos, do Laboratório de Genética Humana e Médica da Universidade do Pará, e com técnicos do Laboratório de DNA da Polícia Científica do Estado de São Paulo, discutimos a possibilidade de observar a presença de DNA humano nesta área do sepultamento.

Todos foram categóricos ao afirmar a dificuldade encontrada na identificação do material biológico, no caso, o DNA, devido às condições ambientais apresentadas no sítio – acidez do solo, localização numa vertente, problemas de lixiviação, etc., e que a retirada do DNA só seria possível pela proteção "física" que os ossos apresentam, principalmente nas trabérculas ósseas, o que provavelmente, possibilitaria sua preservação. Entretanto, com o processo de decomposição, seguido pela liberação de toxinas, essa dificuldade aumentaria.

Além disso, mesmo que consiga retirar e amplificar seqüências de DNA humano, existe a necessidade da contra-prova, isto é, que o mesmo pertenceu ao indivíduo enterrado no montículo.

Ao expor toda problemática para a realização desta análise, observamos diversos obstáculos que impediriam encontrar algum vestígio para comprovar nossa hipótese.

Novamente enfatizamos a necessidade em estudar científica e analiticamente todas as potencialidades explicitadas no trabalho, apesar da dificuldade operacional e financeira existente.

Para evitar a questão da contaminação e coletar as amostras de maneira adequada, foi sugerida a utilização de luvas cirúrgicas, utilizando espátula de metal devidamente lavada para coletar o sedimento a ser analisado, evitando qualquer contato físico com ele.

Apesar de todos os fatores acima mencionados, inserimos a hipótese de análise.

A concentração de fosfato em determinadas áreas do montículo infere a presença de uma anomalia. Pelo fato de ter sido construído antropicamente, e a presença de alguns fragmentos cerâmicos e carvões no seu interior; e associados aos relatos etnográficos, podemos inferir uma probabilidade maior desta concentração de fosfato ter sido causada pela presença de um "corpo" humano.

Para se obter uma precisão maior destas informações, sugere-se uma análise de DNA. Se coletarmos o sedimento exatamente nestas áreas de concentração de fosfato, a probabilidade de êxito seria acrescida de mais um fator que basearia na identificação e amplificação de um DNA humano.

CONSIDERAÇÕES FINAIS:

As diversas análises demonstradas ao longo deste trabalho foram selecionadas com o intuito de indicar seu potencial de aplicação em pesquisas arqueológicas no Brasil.

Observa-se mais e mais a necessidade da apropriação do conhecimento tecnológico existente, valorizando a arqueometria e a geoarqueologia para obter dados invisíveis a olho nu, diferentes dos dados convencionais como tipos de lascamento, decoração e tempero da cerâmica e etc. Enfatizamos porém, que estes dados continuam sendo primordiais para a pesquisa arqueológica, onde poderíamos obter outros dados que somados, aumentariam as possibilidades e segurança das interpretações, corroborando ou não os mesmos.

O objetivo inicial era descrever as diversas análises e apenas propor suas aplicações nos dois sítios arqueológicos, para que obtivéssemos alguns parâmetros de utilização e comparação. Porém, tivemos a oportunidade de realizar uma das análises no Sítio Areia Branca 6, pelo acesso concedido pelos coordenadores da pesquisa que permitiram realizar os testes de fosfato em campo. Apesar de toda a bibliografia e as orientações de especialistas, na prática, pudemos constatar as dificuldades de realização, como por exemplo, definir a estratégia de coleta; e na forma de interpretar os dados obtidos.

As análises do *spot test* realizadas neste, forneceram um bom exemplo de aplicação, a identificação de concentração de fosfato em campo, cujos dados obtidos em campo foram comparados em laboratório. Houve muita dificuldade em encontrar um laboratório disponível que analisasse as amostras. No Brasil, as pesquisas específicas associando a química à arqueologia, por exemplo, estão totalmente fora dos procedimentos convencionais. Os laboratórios tornam-se receosos em realizar tais experimentos, e muitas vezes, duvidam da veracidade dos dados, visto que os arqueólogos não possuem formação para entender ou mesmo para expor suas opiniões a esse respeito.

Existe também a questão operacional, isto é, dependemos de laboratórios com equipamentos e técnicos especializados com tempo e recursos para a analisar as amostras, o que aumenta a dificuldade de realização.

Por isso, as amostras do Sítio Areia Branca 6 foram enviadas para a Universidade de Wales, Lampeter, onde funcionam laboratórios especializados para fins arqueológicos, cujo diretor, Dr. John Crowther se prontificou a proceder à análise.

Agora, com os resultados em mãos, verificamos as falhas na estratégia de coleta, que necessitaria de amostras-controles que pudessem servir de comparação.

Um ponto positivo destas análises, foram os resultados dos testes, pois as concentrações coincidiram em campo e laboratório.

A questão principal, apesar de ser notificada em campo, é que o montículo estava localizado em uma área de vertente. E no momento da coleta de amostras, isso foi ignorado.

Outro exemplo da dificuldade de trabalho foi na confecção de lâminas das amostras indeformadas para estudar a micromorfologia do sítio. A espera foi basicamente de seis meses, daí a impossibilidade de inseri-las neste trabalho. Além disso, a falta de especialistas dificulta a identificação das feições observáveis nas mesmas.

Apesar de todas as dificuldades, a insistência em procurar os diversos especialistas para discutir estas novas abordagens analíticas associando a arqueologia à outras ciências está dando abertura para novas parcerias de trabalho. Exatamente por conseguirmos discutir com um mínimo de conhecimento e demonstrar pontualmente a problemática existente, de que maneira podemos trabalhar conjuntamente e a que resultados podemos chegar, tornaremos a questão da interdisciplinaridade dentro da arqueologia um fato concreto. Os resultados obtidos ou os que serão obtidos, auxiliarão na formação de um banco de dados para serem utilizadas em outras pesquisas arqueológicas.

BIBLIOGRAFIA:

PROCESSO DE FORMAÇÃO E ESTRATIGRAFIA

ARAUJO, A.G.M.

1995 Peças que descem, Peças que sobem e o Fim de Pompéia: Algumas Observações sobre a Natureza Flexível do Registro Arqueológico. Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia, 5: 3-25.

ATLEY, S.P.de e BISHOP, R.L

1991 Toward and Integrated Interface for Archaeology and Archaeometry. Bishop,R.L. e Long, F.W. (eds) **The Ceramic Legacy of Anna O Sheppard.** University Press of Colorado. Pp358-379.

BARKER, P.

1977 Techniques of Archaeological Excavation.279p. Universe Books. New York.

BINFORD, L.R.

1981 Bones: Ancient Man and Modern Myths. Academic Press, New York.

BUTZER, K.B.

1982 Archaeology as Human Ecology.Cambridge University Press. Cambridge.

CLARKE, D.L. e CHAPMAN, B.

1978 Analytical Archaeology Methuen eCo. Ltda. 2 ed. 526p.

GASCHE, H. e TUNCA, O.

1983 Guide to Archaeostratigraphic Classification and Terminology: Definitions and Principles. **Journal of Field Archaeology**, **10**(3) 325 - 335. Boston University.

GLADFELTER, B.G.

1981 Developments and Directions in Geoarchaeology. Schiffer, M.B.(ed) Advances in Archaeological Method and Theory,4:343-364. Academic Press.

HARRIS, E.C.

1979 Principles of Archaeological Stratigraphy. 136p. Academic Press.

HASSAN, F.A.

1979 Geoarchaeoloy: The Geologist and Archaeology. **American Antiquity,44**(2):267-270. Society for American Arachaeology.

HUGHES, P.J. e LAMPERT, R.J.

1977 Ocupational Disturbance and Types of Archaeological Deposits. Journal of Archaeological Science, 4: 135-140.

LEACH, E.K.

1992 On the Definition of Geoarchaeolgoy. **Geoarchaeology: An International Journal**,7(5): 405-417. John Wiley and Sons.

LIMBREY, S.

1975 Soil Science and Archaeology. Academic Press. London, 384pp.

MENDES, J.C.

1984 Elementos de Estratigrafia. 556p. Editora USP. São Paulo.

MENDES, J.C.

1984 Interface entre Arqueologia e a Geologia. **Revista de Pré-História,6**:152-159. IPH. São Paulo.

MORAIS, J.L DE

1986 A propósito da Interdisciplinaridade em Arqueologia. Revista do Museu Paulista, 31:56-77. USP. São Paulo.

POLLARD, A M. e HERON, C.

1996 Archaeological Chemistry. The Royal Society of Chemistry. Information Service, U.K.

PYDDOKE, E.

1961 Stratification for the Archaeologist. Phoenix House LTD, London.124pp.

RAPP.Jr.,G. e HILL,C.L

1998 Geoarchaeology. The Earth-Science Approach to Archaeological Interpretation. 274p. Yale University.

ROLFSEN, P.

1980 Disturbance of Archaeological Layers by Processes in the Soils. **Norwegian Archaeological Review,13**(2): 110-118.

SCHIFFER, M.B.

1972 Archaeological Context and Systemic Context. **American Antiquity, 37**(2):156-165. Society for American Archaeology.

1983 Toward the Identification of Formation Process. American Antiquity,48 675-706. Society for American Archaeology.

1991 Formation Process of the Archaeological Record. Universty of New Mexico Press. Albuquerque.

SPENCE, C. (ed.)

1990 **Archaeological Site Manual.** Department of Urban Archaeology. Museum of London.

STEIN, J.K.

1992 Interpretating Stratification of a Shell Midden. Stein, J.K. (ed.) Deciphering a Shell Midden. p.71-93. Academic Press.

STEIN, J.K.; KORNBACHER, K.D e TYLER, J.L.

1992 British Camp Shell Midden Stratigraphy. Stein, J.K. (ed.) Deciphering a shell midden. p.94-133. Academic Press.

TRIGGER, B.G.

1992 Historia del Pensamiento Arqueológico, Ed. Crítica, Barcelona, 475p.

WATERS M R

1992 Principles of Geoarchaeology.398p. The University of Arizona Press.

WATERS, M.R. e KUEHN, D.D.

1996 The Geoarchaeology of Place: The Efect of Geological Process on the Preservation and Interpretation of Archaeological Record. **American Antiquity.61**(3): 483-497. Society for American Archaeology.

WOOD, W.R. e JOHNSON, D.L.

1978 A Survey of Disturbance Process in Archaeological Site Formation. Schiffer, M.B.(ed) Advances in Archaeological Method and Theory,1:315-381. Academic Press.

SEDIMENTOS

FOLK, R.L.

1980 Petrology of Sedimentary Rocks.

HASSAN, F.A.

1978 Sediments in Archaeology: Methods and Implications for Paleoenvironmental and Cultural Analysis. **Journal of Field Archaeology,5**(2):197-213.

LAPORTE, L.

1969 Ambientes Antigos de Sedimentação. Ed. Edgar Blücher Ltda/EDUSP. 146p. RAPP, JR., G. e HILL, C.L

1998 Geoarchaeology. The Earth-Science Approach to Archaeological Interpretation. 274p. Yale University.

SHACKLEY, M.L.

1975 Archaeological Sediments. A Survey of Analytical Method.159p. Butter Worths. London.

STEIN, J.K.

1992 Sediments Analysis of the British Camp Shell Midden. Stein, J.K. (ed) Deciphering a Shell Midden. p. 135-162. Academic Press.

1987 Deposits for Archaeologists. Schiffer, M.B.(ed) Advances in Archaeological Method and Theory,11:337-395. Academic Press.

SUGUIO,K.

1973 Introdução à Sedimentologia. Ed. Edgard Blücher Ltda. Ed. USP. São Paulo.317p.

WATERS,M.R

1992 Principles of Geoarchaeology. 398p. The University of Arizona Press.

WILDESEN, L.E.

1982 The Study of Impacts on Archaeological Sites. Schiffer, M.B.(ed) Advances in Archaeological Method and Theory,5:51-96. Academic Press.

SOLOS

CORNWALL, I.W.

1958 Soils for the Archaeologist. 230p. Phoenix House. London.

CRONYN, J.M.

1996 The Elements of Archaeological Conservation. p.14-33. Boutledge. New York.

EIDT, R.C.

1985 Theoretical and Practical Considerations in the Analysis of Anthorsols. Rapp Jr, G. e Gifford, J.A. (eds) **Archaeological Geology.** 155-190. Yale University Press.

IBGE

1995 Manual Técnico de Pedologia. **Manuais Técnicos em Geociências,4.**104p. Rio de Janeiro.

JOUKOWSKY, M.

1986 A Complete Manual of Field Archaeology. 630p. Prentice Hall Press.

LAMBERT, J.B.

1997 Traces of the Past. Unraveling the Secrets of Archaeology through Chemistry. Addison Wesley Reading, Massachussets.

LEMOS, R.C. e SANTOS, R.D.

1984 Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. 2ª edição. 46p.Campinas.

LIMBREY, S.

1975 Soil Science and Archaeology. 384p. Academic Press. London.

MORA,C.S. et. al.

1991 Cultivars, Anthropic Soils and Stability. A Preliminary Report of Archaeological Research in Araracuara, Colombian Amazonia. Latin American Archaeology Reports 2. Universty of Pittsburgh.

MONIZ, AC.

1972 Elementos de Pedologia. Ed. Polígono. 459p.

MUNSELL SOIL COLOUR CHART.

1971 Munsell Color Company. Baltimore.

PABST, E.

1991 Critérios de Distinção entre Terra Preta e Latossolo na Região de Belterra o os seus Significados para a Discussão Pedogenética. Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi, série Antropologia,7(1): 5-19.

PALMIERI, F. e LARACH, J.O.I.

1994 Pedologia e Geomorfologia. Guerra, A.J.T. e Cunha,S.B.(org.) Geomorfologia. Uma Atualização de Bases e Conceitos. p.59-194. Ed. Bertrand. Rio de Janeiro.

RAPP, JR., G. HILL, C.L.

1998 Geoarchaeology. The Earth-Science Approach to Archaeological Interpretation, 274p. Yale University.

SILVA, L.F. da

1995 Solos Tropicais. Aspectos Pedológicos, Ecológicos e de Manejo. Terra Brasilis. SP. 137p.

SMITH, N.G.

1980 Anthorsols and Human Carrying Capacity in Amazonia. **Annals of the Association of American Geographers**, **70**(4):553-566.

SOIL SURVEY STAFF

1993 Nature Resource, Conservation Soil Service, Soil Survey Manual, Handbook, 18. Department of Agriculture, Washigton D.C. USA.

FOSFATO E OUTROS ELEMENTOS QUÍMICOS

BARBA, L. e ORTIZ,A.

1992 Analisis Quimico de Pisos de Ocupacion: Un Caso Etnografico en Tlaxcala, Mexico. Latin American Antiquity,3(1):63-82. Society for American Archaeology.

BETHELL, P.H. e SMITH, J.U

1989 Trace-element Analysis of an Inhumantion from Sutton Hoo, Using Inductively Coupled Plasma Emission Sectrometry: An Evaluation of the Techiniques Applied to Analysis of Organic Residues. **Journal of Archaeological Science**, 16: 47-55. London.

CADDOCK, P.T.; GURNEY, D. et al.

The Application of Phosphate Analysis to the Location and Interpretation of Archaeological Sites. In: **The Archaeological Journal 147:**361-376.

CAVANAGH, W.G., S. HIRST, AND C.D. LITTON.

1988 Soil Phosphate, Site Boundaries, and Change Point Analysis. **Journal of Field Archaeology**,15:67-83.

CROWTHER, J.

- 1996 Phosphate Migration around Buried Bones. Bell,M.; Fowler,P.J.and Wilson,S.W. The Experimental Earthwork Project, 1960-1992.CBA Research Report. Council for British Archaeology.
- 1997 Soil Phosphate Surveys: Critical Approaches to Sampling, Analysis and Interpretation. **Archaeological Prospection,4**:93-102. John Wiley and Sons, Ltd.
- 1998 Obsevation on the variability of phosphate concentration on archaeological sites and implication for sampling, analysis and interpretation. University of Wales, Lampeter. Texto pela Internet

DAVIDSON, D.A.

1973 Particle Size and Phosphate Analysis. Evidence for the Evolution of a Tell. **Archaeometry**,15(1):143-152.Great Britain.

DUNA,G.

1972 Phosphate Content of Ancient Pots as Indicaton of Use. Current Anthropology, 13:127-130.

EIDT, R.C.

1973 A Rapid Chemical Test for Archaeological Site Surveying. In: American Antiquity, 38:206-210.

EIDT, R.C.

1985 Theoretical and Practical Considerations in the Analysis of Anthrosols.In: Rapp Jr.,G e Gifford, J.(eds) – **Archaeological Geology** p155-190. Yale University Press. New Haven and London.

EIDT.R.C.

1977 Detection and Examination of Anthrosols by Phosphate Analysis. Science.197:1327-1333.

EIDT.R.C. e WOODS, W.I.

1974 Abandoned Settlement Analysis, Theory and Practice. Field Test Associates. Wiscosin.

HASSAN, F.A.

1981 Rapid Quantitative Determination of Phosphate in Archaeological Sediments. In: **Journal of Field Archaeology,8** (3). Boston University.

KEELEY, H.C.M. et al.

1977 Traces Elements Contents of Human Bones in Various States of Preservation.

Journal of Archaeological Science, 4 (1):19-24.

KERN, D.

1997 Geoquímica e História . **Notícias de Caxiuanã**.Informativo da Estação Científica Ferreira Penna, ano III, 5. Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém. Pará.

KNEIP, L.M.

1977 Pescadores e Coletores Pré-Históricos do Litoral do Cabo Frio, RJ. Tese de Doutoramento apresentado pelo Departamento de Ciências Sociais da FFLCH, USP, São Paulo.

KONRAD, V.A.; BONNICHSEN, R. e CLAY, V.

1983 Soil Chemistry Identification of Ten Thousands Years of Prehistoric Human Activity at the Munsungen Lake Thoroughfare, Maine. **Journal of Archaeological Science**, **10** (1):13-28.

LAMBERT, J.B.

1997 Traces of the Past. Unraveling the secrets of the Archaeology through the Chemistry. Addison Wesley Reading, Massachussets.

LAMBERT, J.B.; SZPUNAR, C.B. e BUIKSTRA, J.E.

1979 Chemical Analysis of Excavated Human Bone from Middle andLate Woodland Sites. **Archaeometry,21**(2): 115-129. Great Britain.

LILLIOS, K.T.

1992 Phosphate Fractionation of Soils at Agroal, Portugal. American Antiquity 57(3):495-506.

LIMBREY, S.

1975 Soil Science and Archaeology. 384p. Academic Press. London.

LIPPI, R.D.

1988 Paleotopography and Phosphate Analysis of a Buried Jungle Site in Ecuador.

Journal of Field Archaeology, 15:85-97.

MIDDLETON, W.D. e PRICE, T.D.

1996 Identification of Activity Areas by Multi-element Characterization of Sediment from Modern and Archaeological House Floors Using Indictively Coupled Plasma-atomic Emission Spectroscopy. **Journal of Archaeological Science,23**: 673-687. Academic Press.

MIKKELSEN, J.H.

1997 Laboratory Method for Determination of Organic, Inorganic and Total Phosphate.

Macphail, R.I.(ed) - Bulletin 1 of the Archaeological Soil Micromorphology

Working Group, Report on a work shop at_the Institute of Archaeology/Dept.

Geology.Greenwich University. London. de 24 a 26 de março.

NICHOLSON.R.

1998 Bone Degradation in a Compost Heap. **Journal of Archaeological Science,25**:393-403. Academic Press.

PALLESTRINI, L.

1969 O Sítio Arqueológico Fonseca. Museu Paulista. USP. São Paulo. p.90-93.

PATE, D. e HUTTON, H.T.

1988 The Use of Soil Chemistry Data to Address Post-mortem Diagenesis in Bone Mineral. **Journal of Archaeological Science**, **15**:729-739. Academic Press.

PERSSON, K.B.

1997 Soil Phosphate Analysis; an New Technique for Measurement in the Field using a Test Strip. **Archaeometry**, 39(2):441-447. Oxford University.

PROUDFOOT, B.

1976 The Analysis and Interpretation of Soil Phosphorus in Archaeological Contexts.

Davidson, D.A e Schackley, M.L (eds) – Geoarchaeology, London.

RAPP.JR.,G. HILL,C.L

1998 Geoarchaeology. The Earth-Science Approach to Archaeological Interpretation. 274p. Yale University.

SANCHEZ, A., CANÃBATE, M.L. e LIZCANO, R.

1996 Phosphorus Analysis at Archaeological Sites: an Optmization of the Method and Interpretation of the results, **Archaeometry**, **38**(1), 151-164. Oxford University.

1998 Archaeological and Chemical Research on Sediments and Ceramics at Polideportivo(Spain): An Integrated Approach. **Archaeometry,40** (2): 341-350. Oxford University.

SANCHEZ, A e CAÑABATE, M.L.

1999 Indentification of Activity Areas by Soil Phosphorus and Organic Matter Analysis in Two Rooms of the Iberian Sanctuary "Cerro el Pajarrillo". **Geoarchaeology: An International Journal,14**(1): 47-66.

SHACKLEY, M.L.

1975 Archaeological Sediments. A Survey of Analytical Methods. Butter Worths. London.

VAN DER MERWE, N.J. e STEIN, P.H.

1972 Soil Chemistry of Postmolds and Rodent Burrows: Identification without Excavation. American Antiquity, 37(2).

WHITE, E.M. e HANNUS, L.A.

1983 Chemical Weathering of Bone in Archaeological Soils. American Antiquity,48(2):316-322.

WHITMER, A.M. et al.

1989 Stability or Instability. The role of Diffusion in Trace Element Studies. Schiffer, M.B.(ed) Archaeological Method and Theory,1:205-273. Academic Press.

WOODS, W.I

1977 The Quantitative Analysis of Soil Phosphate: American Antiquity, 42(2):248-252.

MATÉRIA ORGÂNICA

GORDON, C.C. e BUIKSTRA, J.E.

1981 Soil pH, Bone Preservation and Sampling bias at Mortuary Sites. American Antiquity,46(3):566-570.

LIMBREY.S.

1975 Soil Science in Archaeology. Academic Press. London.

RAPP, JR. e HILL, C.L.

1998 Geoarchaeology. The Earth-Science Approach to Archaeological Interpretation.274p. Yale University Press.

STEIN.J.K.

Organic Matter and Carbonates in Archaeological Sites. **Journal of Field Archaeology,11**(2):239-246. Boston University.

STEIN.J.K.

1992 Organic Matter in Archaeological Contexts. Holliday, V.T. (ed) **Soils in Archaeology**.p193-216. Washington D.C.: Smithsonian Institution Press.

MICROMORFOLOGIA

ADOUZE, F.e ENLOE, J.G.

1997 High Resolution Archaeology at Verberie:Limits and Interpretation. World Archaeology,29(2):195-207..Routledge, U.K.

BENABDELHADI, M.

1994 Étude Stratigraphique et Sedimentologique du Site de Fressignes et l'Abri Fritsch, Vallee de la Creuse (Indre). Contribuition a l'étude des Formations Quaternaires de la Vallee de la Creuse. Tese de Doutorado pelo Museum National D'Histoire Naturelle. Institut de Paléontologie Humaine. Paris.

BOSCHIAN, G.

1997 Sedimentology and Soil Micromorphology of the Late Pleistocene and Early Holocene Deposits of Grotta dell'Edera (Trieste Karst, NE Italy). In: Geoarchaeology: An International Journal, 12(3): 227-249. John Wiley and Sons.

BRYANT, R.G. e DAVIDSON, D.A.

1996 The Use of Image Analysis in the Micromorphological Study of Old Cultivated Soils: an Evaluation Based on Soils from the Island of Papa Stour, Shetland. In: Journal of Archaeological Science, 23 (6): 811-822. Academic Press.

CANTI, M.G.

1998 The Micromorphological Identification of Faecal Spherulites from Archaeological and Modern Materials. **Journal of Archaeological Science,25**:435-444. Academic Press.

COURTY.M.C.; GOLDBERG, P. e MACPHAIL, R.I.

1989 Soil and Micromorphology in Archaeology. Cambridge University Press.

DAVIDSON, D. e CARTER, S.P.

1998 Micromorphological Evidence of Past Agriculture Practices in Cultivated Soils: The Impact of a Traditional Agricultural System on Soils in Papa Stour, Shetland. Journal of Archaeological Science,25(9): 827-338. Academic Press.

GOLDBERG,P.

- 1979 Micromorphology of Pech-de l'Azé II Sediments. **Journal of Archaeological Science**, 6:17-47.
- 1992 Micromorphology, Soil and Archaeological Sites. Holliday, V.T. (ed.) **Soil in Archaeology.** Landscape Evolution and Human Occupation. Smithsonian Institute Press. p.145-167.

KAPUR.S.; SAKARYA,N. e FITZPATRICK, E.A.

1992 Mineralogy and Micromorphology of Chalcolithic and Early Bronze Age Ikiztepe Ceramics. In: Geoarchaeology: an International Journal,7(4):327-337. John Willey eSons.

MACPHAIL, R.I.; COURTY, M.A. e GEBHART, A.

1990 Soil Micromorphological Evidence of Early in North-West Europe. In: World Archaeology, 22(1):53-69. Routledge.

MATHEWS, W.; FRENCH, C.A.I. et al.

1997 Microstratigraphic Traces of Site Formation Process and Human Activities. In: World Archaeology,29(2): 281-308. Routledge. UK.

MIDDLETON, W.D. e PRICE, D.T.

1996 Identification of Activity Areas by Multi-element Characterization of Sediments from Modern and Archaeological House Floors Using Inductivey Coupled Plasm-atomic Emission Spectroscopy. In: Journal of Archaeological Science, 23:673-687. Academic Press.

SCIEGL, S.; GOLDBERG, P. et al.

1996 Ash Deposits in Hayonim and Kebara Caves, Israel: Macroscopic, Microscopic and Mineralogical Observation, and their Archaeological Implications. In: **Journal of Archaeological Science, 23**:763-781. Academic Press.

SIMPSON, I.A. e 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. Academic Press.

MICROARTEFATOS:

DUNNEL.R.C. e STEIN.J.K

1989 Theoretical Issues in the Interpretation of Microartifacts. **Geoarchaeology,4:31-** 42.

FLADMARK, K.R.

1982 Microdebitage Analysis. **Journal of Archaeological Science**, 9:205-220. Academic Press.

HULL, K.L.

1987 Identification of Cultural Site Formation Process through Microdebitage Analysis. American Antiquity, 52(4): 772-783.

MADSEN, M.E. e DUNNELL, R.C.

1989 The Role of Microartifacts in Deducing Land Use from Low Density Records in Plowed Surfaces. Paper delivered at 53rd Annual Meeting of Society for American Archaeology, Atlanta. Georgia. April,8.

MADSEN, M.E.

1992 Lithic Manufacturing at British Camp: Evidence from Size Distributions and Microartifacts. Stein, J.K.(ed.) **Deciphering a shell midden.** p.94-133. Academic Press.

ROSEN, A.M.

1989 Ancient Town and Cities Sites: a View from the Microscopy. American Antiquity,54: 564-578.

SHERWOOD, S.C e OUSLEY, S. D.

1995 Quantifying Microartifacts using a Personal Computer. **Geoarchaeology** 10(6):423-428. Johon Wiley e Sons.

SHERWOOD, S.C.; SIMEK, J.F.e POLHEMUS

1995 Artifact Size and Spatial Process: Macro and Microartifacts in a Mississipian House. Geoarchaeology 10(6):429-455

STEIN, J.K.

1987 Deposits for Achaeologist. Schiffer, M.B. (ed) Advances in Archaeological Method and Theory, 11:337-395. Academic Press.

STEIN, J.K. e TELSER, P.A.

1989 Size Distribution of Artifact Classes: Combining Macro and Micro-Fractions. **Geoarchaeology,4**:1-30.

VANCE, E.D.

1987 Microdebitage and Archaeological Activity Analysis. Archaeologiy, 40(4): 58-59.

VANCE, E.D.

1989 The role of Microartifacts in Spatial Analysis. Tese de Doutorado pela Unversty of Washington. UMI Dissertation Service.

RESTOS VEGETAIS

ATAÍDE, J.M.

1981 Estudo de Palinologia do Programa Arqueológico de Goiás: Análise Preliminar de Composição Palinológica – Brejo do Pratudão, município de Correntina, Bahia. **Dédalo, pub.av.1:**68-73.

BAILEY, G.N.

1975 The Role of Molluscs in Coastal Economies: The Results of Midden Analysis in Australia. **Journal of Archaeological Science,2**:45-62. Academic Press. London.

BARTH, M.O.

1998 **Apostila do Curso de Paleopalinologia (IGL791).** Laboratório de Palinologia. Departamento de Geociências. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

BARTH, M. O e MELHEM T.S.

1988 Glossário Ilustrado de Palinologia.75p. Editora da Unicamp.

BATTARBEE, R.W.

1986 Diatoms Analysis. Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaehydrology.cap.26. p.527-570. John Wiley e Sons Ltd.

BERGLUND, B.E. e RALSKA-JASIEWICZOWA, M.

1986 Pollen Analysis and Pollen Diagram. Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaehydrology.cap.22. 455-483. John Wiley e Sons Ltd.

BISSA, W. M.

1989 Contribuição da Palinologia à Arqueologia, uma abordagem interdisciplinar. **Revista de Pré-História, 7**: 146-149.São Paulo.

1998 Reconstituição dos Paleoambientes de uma planície Holocênica no Curso Inferior do Rio Ribeira (Município de Iguape, SP). Dissertação de Mestrado pelo Dept. de Geografia da FFLCH, USP. São Paulo.

BRYANT JR. M.V. e HOLLOWAY.R.G.

1983 The Role of Palynology in Archaeology. Schiffer, M.B. (ed.) Advances in Archaeological Method and Theory, 6: 191-224. Academic Press.

HUNTER, A.A. e GASSNER, B.R.

1998 Evaluation of the Flote-Tech Machine Assisted Flotation System. **American Antiquity,63**(1): 143-156. Society for American Archaeology.

LEROI-GOURHAN, ARL. e RENAULT-MISKOVSKY, J.

1977 Paléobotanique. Laville e Renault-Miskovsky (eds.) Approche Écologique de l'Homme Fossile.cap.III,35-38.

MELHEM, T.S.

1978 Palinologia: suas Aplicações e Perspectiva no Brasil. Coleção Museu Paulista, Série Ensaios,2: 333-383.

MENTZ RIBEIRO, P.A.

1993 Arqueologia e Botânica. Caderno de Pesquisas Sér. Bot. ,5(1): 37-56. Santa Cruz do Sul.

MIKSICEK.C.H.

1987 Formation Process of the Archaeobotanical Record. Schiffer, M.B.(ed)

Advances in Archaeological Method and Theory,10:211-247. Academic Press.

MILLER, U. e FLORIN, M.B.

1989 Diatom Analysis. Introduction to Methods and Application. Pact 24(6):133-157.

PIPERNO, D.R.

1995 Plant Microfossils and their Application in the New World Tropics. Stahl, P.W. (ed.) Archaeology in the Lowland American Tropics. 312p.

PROUS. P.

1978 Condições de Aplicação da Palinologia à Arqueologia. **Arquivos do Museu de História Natural da UFMG.3**: 343-389. Belo Horizonte.

REYNOLDS, K.S. e CATT, J.A.

1987 Soils and Vegetation of Abandoned Enclosure in the New Forest, Hampshire, England. Journal of Archaeological Science,14:507-527. Academic Press.

ROVNER, I.

1983 Plant Opal Phytolith Analysis: Major Advances in Archaeobotanical Research. Schiffer, M.B.(ed) Advances in Archaeological Method and Theory,6: 225-266. Academic Press.

SCHEEL-YBERT, R.

1998 Stabilité de l'Écoystème sur le Littoral Sud-Est du Brésil à l'Holocène Supérieur (5500-1600 ans BP) - Les Pêcheurs-Cueilleurs-Chausseurs et le Milieu Végétal: Apports de l'Anthracologie. Tese de Doutorado apresentado pela Université Montpellier II Science et Technique du Languedoc.

SERVANT-VILDARY, S e SUGUIO, K.

1988 Marine diatom study and stratigraphy of Cenozoic Sediments in Coastal Plain between Morro da Juréia and Barra do Una, State of São Paulo, Brazil. Quaternary of South America and Antarctic Peninsula,6:267-296.

STRUEVER, S.

1968 Flotation Techniques for the Recovery of Small-Scale Archaeological Remains. American Antiquity,33(3): 353-362. Society for American Archaeology.

WAGNER, G.E.

1982 Testing Flotation Recovery Rates. **American Antiquity,47**(1):127-132. Society for American Archaeology.

YBERT, J.P. et.al.

1992 Sugestões para Padronização da Metodologia Empregada em Estudos Palinológicos do Quaternário. Revista do Instituto Geológico,13(2):47-49.

ZHAO, Z. e PEARSALL, D.M.

1998 Experiments for Improving Phytolith Extraction from Soils. **Journal of Archaeological Science**, 25: 587-598. Academic Press.

DATAÇÃO

AITKEN, M.J.

1985 Thermoluminescence Dating. Academic Press. 359p.

1989 Luminescence dating: A Guide for Non-Specialist. **Archaeometry,31**: 147-159.

AQUINO, J.D. et al.

1989 Datação Arqueológica de Cerâmica por Termoluminescência (TL). Suplemento Ciência e Cultura, 41(7):260. SBPC

BATEMAN, M.D. e BRAGG, P

1996 Sheffield Centre for International Drylands Research. United Kingdom.

CENTRE DE DATATION PAR LE RADIOCARBONE.

1998 Datation par le Carbone 14- Prétraitment des Échantillons. Université Claude Bernard, Lyon 1.

DEAN, J.S.

1978 Independent Dating in Archaeological Analysis. Schiffer, M.B. (ed.)

Advances in Archaeological Method and Theory,1: 223-255. Academic Press.

FEATHERS, J.K.

1997 The Application of Luminescence Dating in American Archaeology. Schiffer, M.B. (ed.) Journal of Archaeological Method and Theory,4: 1-66. New York.

HIGHAM, T.

1998 **Samples, Types, Pretreatments and Contamination.** Radiocarbon. University of Arizona.

MICHELS, J.W.

1973 Dating Methods in Archaeology. Seminar Press. 230p.

MORAIS, J.L. de

1980 Pesquisas Arqueológicas e Datações Radiocarbônicas. Revista do Museu Paulista,27:121-132. USP. São Paulo.

PESSENDA, L.C.R.

1998 O Laboratório de "ANTPOT.14C" do CENA e Estudos da Paleoreconstrução Ambiental (vegetação e clima) desenvolvidos no Brasil. Tese de Livre Docência. ESALQ - USP. Piracicaba. S. Paulo. RAMSEY, C.B.

1998 Radiocarbon Calibration. Research Laboratory for Archaeology. Oxford.

RENFREW, C. e BAHN, P.

1991 Arqueology. Theories, Methods and Practices. Thames e Hudson. P.127-140.

SCHIFFER, M.B.

1986 Radiocarbon Dating and the "Old Wood" Problem: The Case of the Hohokam Chronology. **Journal of Archaeological Science 13**: 13 -30.

SZMUK.P.R.

1970 Datação de Peças Arqueológicas pelo Método Termoluminescente.

Dissertação de Mestrado pelo Instituto de Física, USP. 68p.

TAYLOR, R.E.

1987 Radiocarbon Dating. An Archaeological Perspective. Academic Press. 212.

TAYLOR, R.E e AITKEN, M.J.

1997 Chronometric Dating in Archaeology. Advances in Archaeological and Museum Science, 2. Plenum Press. New York. 395p.

TITE, M.S.

1991 Archaeological Science - Past Achievements and Future Prospects. **Archaeometry,35**: 139 -151.

WATANABE, S.

1984 Datações Arqueológicas pelo Método de Termoluminescência. Revista de Pré-História, 6: 455-464. USP. São Paulo.

SÍTIO MAR VIRADO

AB'SABER, A.N.

1994 Redutos Florestais, Réfúgios de Fauna e Refúgios de Homens . Revista de Arqueologia, 8(2). Anais da VII Reunião Científica da Sociedade de Arqueologia Brasileira.

ALMEIDA, F.F.M. DE

1964 Os Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista. **Boletim Inst. Geogr. e Geol.41**(169-263). São Paulo.

ÂNGELO, S.

1992 Distribuição e Ocorrência de Isótopos Terrestres (Crustácea-Oniscidea) em fragmentos da Mata Atlântica Insular e Continental do Litoral Paulista. Dissertação de Mestrado pelo Dep. Geografia da FFLCH/USP. São Paulo.

ARAUJO, A G. M

1991 Relatório de Campo da 2ª Etapa de Campo do Sítio Mar Virado.

CLAASEN, C.

Normative Thinking and Shell-Bearing Sites. In: Schiffer, M.D. (ed) - Archaeological Method and Theory, vol.2. University of Arizona Press. Tucson. COLLEY, S.M. - The analisys and interpretation of archaeological fish remains. Archaeological Method and Theory,3(3):249-298. University of Arizona Press/Tucson.

CRUZ, O

1984 A Compartimentação Topo-Morfológica no Litoral Norte do Estado de São Paulo e a Localização de Sítios Pré-Cerâmicos, baseados em Fotografias Aéreas. Revista de Pré-História, 4 .IPH, São Paulo.

DE BLASIS, P.A.D. e PIEDADE, S.C.M.

As Pesquisas do Instituto de Pré-história e seu Acervo: Balanço Preliminar e Bibliografia Comentada. Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia, 1 . São Paulo.

FIGUTI, L

1993 O Homem Pré-Histórico, o Molusco e o Sambaqui: Considerações sobre a Subsistência dos povos sambaquieiros. Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia, 3. São Paulo.

FÚLFARO. V.J. et al.

1974 A Gênese das Planícies Costeiras Paulistas. **Anais do Congresso Brasileiro de Geologia, 28**(3). SBG. Porto Alegre.

GARCIA, C.D.R.

1972 Estudo comparado das Fontes de Alimentação de Duas Populações Préhistóricas do Litoral Paulista. Tese de doutoramento pelo Instituto de Biociências da USP.

GARCIA, C.D.R.

1984 Sítios Arqueológicos Costeiros e Flutuações do Nível Marinho. In: Revista de Pré-História 6:124-126. Instituto de Pré-História da USP. São Paulo.

GASPAR, M.D.

1991 Aspectos de Organização Social de um Grupo de Pescadores, Coletores e Caçadores: Região compreendida entre a Ilha Grande e o Delta do Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro. vol.l e II. Tese de Doutorado defendida na FFLCH-USP. São Paulo.

HUECK, K.

1972 As florestas da América do Sul. Ed. Universidade de Brasília.

IPT

1981 Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. vol.1. São Paulo.

LIMA, T.A.

1991 Dos Mariscos aos Peixes: um Estudo Zooarqueológico de Mudanças de Subsistência na Pré-história do Rio de Janeiro. Tese de Doutorado defendida na FFLCH- USP. São Paulo.

MARCÍLIO.M.L.

1986 Caiçara: Terra e População - Estudo de Demografia Histórica e da História Social de Ubatuba. 246p.CEDHAL. São Paulo.

MARTIN, L.; SUGUIO, K. e FLEXOR, J.M.

1984 Informações formecidas pelos Sambaquis na Reconstituição de Paleolinhas de Praias Quaternárias: Exemplo da Costa do Brasil. **Revista de Pré-História 6:** 128-147. Instituto de Pré-História da USP. São Paulo.

MONKS,G.G.

1981 Seasonality Studies. In: Schiffer, M.D. (ed) Advances in Archaeological Method and Theory,4. Academic Press.

RENFREW, C. e BAHN, P.

1991 Archaeology: Theories, Methods and Practices .Ed. Thames and Hudson.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE

1989 Ilhas do Litoral Paulista. 49p. São Paulo.

SUGUIO, K. e MARTIN, L.

1978 Excursion Route along the Coastline between the Town of Cananéia (State of São Paulo) and Guaratiba Outlet (State of Rio de Janeiro). 1978 International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary, Special Publicatio,2 (16). SBG. Brasil.

SUGUIO, K. e MARTIN, L

1978 Formações Quaternárias do Litoral Sul Fluminense. 1978 International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary. 55p. Special Publication, 1. The Brazilian National Working Group for IGCP - project 61.SBG

UCHÔA, D. P.

1973 Arqueologia de Piaçaguera e Tenório: Análise de Dois Tipos de Sítios Préhistóricos do Litoral Paulista. Tese de doutorado defendida na FFLC de Rio Claro, São Paulo.

UCHÔA, D. P.

1984 Coletores-pescadores do Litoral Meridional Brasileiro. Revista de Pré-História 6:104-106. Instituto de Pré-História da USP. São Paulo.

UCHÔA, D. P.

1980 Sinopse do «Arcaico do Litoral de São Paulo». **Anuário de Divulgação Científica 7.** Instituto Goiano de Pré-História e Antropologia. Univ. Catól. de Goiás. Goiânia. Brasil.

UCHÔA, D.P.: GARCIA, C.D.R e SCATAMACCHIA, M.C.

1984 O Sítio Cerâmico do Itaguá: um Sítio de Contato no Litoral do Estado de São Paulo, Brasil. Revista de Arqueologia, 2(2): 51-59. Belém.

WASELKOV, G. A.

1987 Shellfish Gathering and Shellfish Midden Archaeology. **Advances in Archaeological Method and Theory,10**: 93-171. Academic Press.

SÍTIO AREIA BRANCA 6

ARAUJO, A.G.M.

1995 Levantamento Arqueológico da Área Alto Taquari, Estado de São Paulo, com Ênfase na Abordagem dos Sítios Líticos. Dissertação de Mestrado pela FFLCH, USP. São Paulo.

BECKER, I.I.B.

1976 O índio Kaingang no Rio Grande do Sul. **Pesquisas. Antropologia, 29**: 263-273. Instituto Anchietano de Pesquisas. RS.

BECKER, I.I.B

1988 O Kaingang Histórico e seus antepassados. **Documentos, 2**: 131-139. Arqueologia do Rio Grande do Sul, Brasil. Instituto Anchietano de Pesquisas. UNISINOS. S. Leopoldo. RS.

BECKER, I.I.B.

1994 Formas de Enterramento e Ritos Funerários entre as Populações Pré-históricas. **Revista de Arqueologia,8**(1): 61-74. SAB.

CHIMZ, I

1968 Subsídios para o Estudo Arqueológico do Vale do Rio Iguaçu. Revista do Centro de Ensino e Pesquisas Arqueológicas,1: 42-47. Universidade Federal do Paraná.

DE BLASIS, P.A.D.

1988 A Ocupação Pré-Colonial do Vale do Ribeira de Iguape, SP: Os Sítios Líticos do Médio Curso. Dissertação de Mestrado, FFLCH, USP.

HENRY, J.

1964 Jungle People. A Kaingáng Tribe of The Highlands of Brazil. 215p.

KRONE, R.

1914 Informações Etnográficas do Vale do Rio Ribeira de Iguape. Exploração do Rio Ribeira de Iguape. Comissão Geográfica e Geológica do Estado de São Paulo. 2a. ed.

METRAUX, A.

The Caingang. Steward, J.H. (ed). Handbook of South American Indians,1.
The Marginal Tribes. Smithsonian Institution Bureau of American Ethnology.
Bulletin 143. New York.

PIZA, M.

1938 Notas sobre os Caingangs. Revista do Instituto Histórico e Geográfico de São Paulo, Vol.XXXV.

PRONAPA

1969 Publicações Avulsas do Museu Paraense Emílio Goeldi, 12: 48-49.

REIS, M. J.

1980 A Problemática Arqueológica das Estruturas Subterrâneas no Planalto Catarinense. Dissertação de Mestrado pelo Dept. de Ciências Sociais da FFLCH, USP. São Paulo.

ROBRAHN, E.M.

1989 A Ocupação Pré-Colonial do Vale do Ribeira de Iguape, SP: Os Grupos Ceramistas do Médio Curso. Dissertação de Mestrado, FFLCH, USP.

SCHADEN, E.

1959 A Mitologia Heróica das Tribos Indígenas do Brasil, Ensaios Etno-Sociológicos. Ministério da Educação e Cultura. Serviço de Documentos.

SCHADEN, F.S.G.

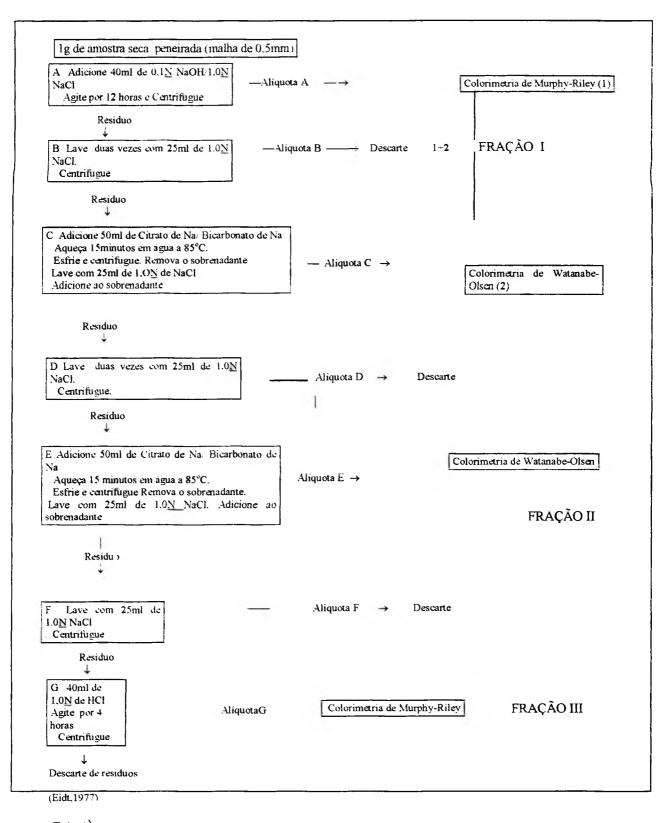
1963 Índios, Caboclos e Colonos: Páginas da Etnografia, Sociologia e Folclore. FFCL. USP. São Paulo.

SCHIMTZ, P. I.(coord.)

1967 Arqueologia no Rio Grande do Sul. **Pesquisas. Antropologia,**16:10-19. Instituto Anchietano de Pesquisas. Rio Grande do Sul.

Análise por fracionamento (fractionation analysis) - É o método mais complexo já aplicado no campo das análises de fósforo em arqueologia. Permite a determinação de vários tipos de fósforos baseados em sua solubilidade em diferentes tratamentos na extração e químicos (Eidt,1977 e 1985). Este método não é apropriado para uma análise sistemática de um grande número de amostras por causa de sua complexidade e longo tempo de processamento.

Sua aplicação pode ser observada para determinar a função da terra associada aos assentamentos (Eidt,1977; Lillios,1992).



(Tab. 1)

A tabela 1 indica o método de fracionamento, divididos em três principais tipos de fosfatos inorgânicos:

- I Fosfato facilmente extraível. Consiste principalmente na perda da ligação Al-P e Fe-P e reabsorvido pelo CaCO₃. É removido com agentes de NaOH e citrato de sódio bicarbonato de sódio e chamado de NaOH +fração CB.
- II Fosfato absorvido pela incorporação de óxido de alumínio e óxido hidratados. É extraído com o reagente do citrato de sódio bicarbonato de sódio e é chamado fração CBD.
 - III Fosfato de Cálcio absorvido e apatita. Extraído com HCl.

Uma vez obtido os valores destas três frações, elas serão somadas para dar a quantidade total do fosfato inorgânico.

Análise do volume de fósforo.

Análise da quantidade de fósforo inorgânico extraído por uma solução ácida, no caso de uma amostra de solo básico.

Embora este método exija um espectofotômetro de ultravioleta visível (ultraviolet-visible spectrophotometer), existem muitas vantagens, como a alta precisão e custos mais moderados, não necessitando de habilidades ou experiência. Esta análise de fósforo foi utilizada para identificar as áreas de atividade (Conway,1983), para estimar mudanças na economia de subsistência (Ottaway,1984) e delimitação dos sítios por meio da dispersão de fragmentos cerâmicos de superfície, através da estimativa estatística do fósforo (Cavanagh et al., 1988).

Análise do fosfato total

Foram descritas dois tipos de análise do fosfato total, a primeira, no texto de Crowther (1997) em que o fosfato total é determinado na fração fina (<2mm) do solo pela oxidação alcalina com NaOBr, utilizando o método descrito por Dick e Tabatabai (1977). O método foi apenas mencionado no texto, discutindo apenas a vantagem de analisar o fosfato total em comparação ao fosfato inorgânico (utilizado em alguns levantamentos), pois fornece a medida de toda a concentração de fosfato, independente do estágio de mineralização. O autor complementou as informações com a análise de *loss-on-ignition* (LOI a 375°C por 16 horas), usado para estimar a concentração de matéria orgânica, e a análise de regressão para filtrar os efeitos de variação em profundidade e capacidade de retenção do fosfato, para auxiliar na interpretação dos dados de fosfato no solo.

Mikkelsen (1997) descreveu todo o processo de análise do fosfato total, baseando-se no método utilizado pelo Instituto de Geografia da Universidade de Copenhagen.

Procedimentos para calibrar a concentração de fosfato:

Fazer uma série padronizada com 0.00, 0.25, 0.50, 1.00, 1.50 e 2.00 ppm de concentração de fosfato. Isto é feito da seguinte maneira: 1) Traga respectivamente 0,00, 0.50, 1.00, 2.00, 3.00 e 4.00 ml de uma solução de fosfato de 50ppm num frasco volumétrico de 100ml. 2) Adicionar 1.50ml de 12N H₂SO₄ para cada uma delas. 3) Preencha com água desmineralizada até alcançar 100ml. 4)Agite.

Traga exatamente 4ml de cada uma destas soluções preparadas em um almofariz separados e adicione, em seguida, uma colher pequena de ácido ascórbico e 4 gotas de solução de ácido ascórbico. Este último,

dará uma coloração azul para o líquido. Agite novamente. Meça a coloração azul de todas as séries em 690nm (ou qualquer comprimento de onda entre 600-900nm). Leia o sinal da transmissão.

Preparação das amostras:

Triture a amostra do material. Pese 2x 0,500g do solo triturado e transfira o material em dois almofarizes de porcelana. Se a quantidade de fosfato esperada for baixa, utilize 2x 1.000g deste material (esta amostra é aquecida em 550°C por uma hora. Deixe esfriar por uma hora).

As etapas seguintes podem ser usadas em amostras aquecidas ou não:

- Extração Adicione 5ml de 12N H₂SO₄ em cada almofariz. Coloque-os num banho de areia por 10 minutos (a 70°C, controlado por um termômetro). Depois, acrescente outros 5ml de H₂SO₄. As amostras deverão ser esfriadas por uma hora.
- Filtração O solo é separado do extrato utilizando um filtro. Molhe o filtro antes de colocar o líquido no funil. O extrato é filtrado num frasco volumétrico de 100ml. Lave diversas vezes com a água desmineralizada para certificar que o solo foi lavado cuidadosamente. Preencha o frasco quantitativamente até 100ml. Agite. Filtre novamente se o líquido não estiver completamente transparente.
- Colorimetria Traga 0.400ml do extrato filtrado num almofariz e adicione
 3.600ml de água desmineralizada. Adicione 4 gotas da solução de
 molibidato de amônia, e uma colher pequena de ácido ascórbico (use uma
 colher especial que acompanha o vidro do ácido ascórbico)
 respectivamente. Agite novamente. Deixe a amostra por 15 minutos para
 que possa desenvolver a intensidade de cor. A cor pode ser medida em
 890nm usando um colorímetro. Estes valores lidos são os valores de
 transmissão.

 Cálculo – Os valores de transmissão podem ser transformados em valores extintos com a seguinte fórmula:

E= 2-log10(T)

E - extinção

T – transmisão

Calcule a regressão das séries padrões e use o coeficiente para obter os valores em ppm (parte por milhão) para as amostras. Leve em consideração o fator de diluição, o volume extraído e o peso exato de sua amostra para calcular os resultado em mg/100g de solos seco.

 $P_2O_5(ppm) = F1*F2*F3*F4*(Calculado o atual E da amostra)$ (peso do solo)

F1 é o fator que transforma o P em P₂O₅

F2 é o fator baseado nos valores emitidos pela padronização do fósforo F3 é o tamanho do frasco volumétrico em que o extrato foi transferido, em ml.

F4 é o fator de diluição do extrato quando é transferido do frasco volumétrico para o almofariz.

Outros elementos químicos

No laboratório, cada amostra é seca numa estufa à 105° C, durante 48 horas, pulverizada em um almofariz de porcelana e peneirada em malha de 2mm, removendo todo o material clástico maior que areia. Durante duas semanas, extrai-se 0,2g de cada amostra com 1N HCI ,em temperatura ambiente. O extrato então, é analisado com o ICP/AES. Neste caso específico, foram registrados concentrações de 12 elementos (Al, Ba, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, Sr, Ti e Zn) de cada amostra em ppm (parte por milhão).

Barba & Ortiz (1992), utilizaram diversos tipos de análises para cada tipo de elemento. Por exemplo, para determinar os carbonatos, utilizaram o teste de reação efervescente com o ácido clorídrico (HCI), estabelecendo uma escala de 0 a 5 para diferenciar os níveis de intensidade. Para a determinação do fosfato, utilizaram a análise colorimétrica do *spot-test*, desenvolvida por Eidt (*op.cit*). Observaram que tais análises permitem dados apenas semi-quantitativos ou qualitativos, não fornecendo a mesma precisão da análise de ICP/AES.

Técnica da Perda por Ignição (Loss-on-Ignition)

Quando um solo é aquecido, reações químicas ocorrerão em função da temperatura. Como uma regra geral, a matéria orgânica começará a se oxidar em 200°C e estará completamente queimada a uma temperatura de aproximadamente 550°C. O carbonato de cálcio (CaCO₃) se decompõe entre 650°C e 850°C. Ambas as reações resultam na evolução de gases reduzindo o peso da amostra. A porcentagem do peso perdido após cada queima será usada como uma medida aproximada da matéria orgânica.

Procedimentos -

- 1) Colete aproximadamente 15g de amostra para a análise por LOI.
- 2) Limpe o almofariz e o pistilo com sabão, lave com HCl, enxágüe três vezes e deixe secar.
- 3) Cerca de 3 a 5g de amostra deve ser colocada num almofariz de cerâmica de tamanho "O" (10ml). Os almofarizes deverão pesar 4/10 depois de queimar em 1000°C.
- 4) Adicione 5g de amostra de terra para cada almofariz e coloque as amostras num forno para secar durante uma hora.
- 5) Pese as amostras no mínimo três vezes e calcule a média. Você poderá usar este peso seco como base para os outros cálculos.
- 6) Pré aqueça o forno à 550°C, coloque as amostras numa bandeja e metal e introduza-as no forno. Após uma hora, retire as amostras e deixe esfriar em temperatura ambiente.

- 7) Após o resfriamento, coloque as amostras no secador por uma hora e pese. A diferença entre o peso seco e a pós-queima à 550°C, representa a quantidade de matéria orgânica na amostra.
- 8) Enquanto a amostra estiver esfriando, pré aqueça o forno à 1000°C. Retorne a amostra ao forno por uma hora.
- 9) Repita as etapas 8 e 9. A perda de peso desta etapa representará a quantidade de CO₂ presente nos carbonatos decomposto na amostra. Divida o número por **44** (A fração de CO₂ no CaCO₃) para obter a medida do CaCO₃ na amostra.

Os arqueólogos poderão utilizar este mesmo cálculo da medida do carbonato para quantificar a densidade de conchas ou calcário.

OBS: O pré aquecimento do forno poderá levar ,às vezes, 1 ou 2 horas.

Algumas falhas do método de LOI:

- Não diferencia os minerais do carbonato (P.e. calcita ou dolomita)
- A perda de peso reflete a quantidade de CO₂ na amostra, na qual, por sua vez, pode ser convertida em porcentagens de carbonatos, pressupondo a mineralogia do carbonato inicial.
- Numa amostra sem carbonatos, uma grande quantidade de argila perde de 1,0 a 1,8% do seu peso quando for queimado entre 550°C e 1000°C. As amostras contendo 100% de argila poderão perder 5% do seu peso.

Pelas experiências de Dean (*apud* Stein,1992), as amostras que contiverem grande quantidade de argila (pressupondo que a perda por ignição (*loss-on-ignition*) entre 550°C e 1000°C representa a perda de CO₂ do carbonato), haverá um erro na quantidade, que é diretamente

proporcional à quantidade da argila presente e inversamente proporcional à quantidade de carbonato presente. Se a amostra apresentar pouca quantidade de argila, a técnica da perda por ignição(loss-on-ignition) reflete a quantidade de carbonato na amostra com precisão superior a 99%.

Microartefatos:

Estes procedimentos de pré-tratamento da amostra para análise mciroscópica de microlascas foi extraída de Shackley (1976 *apud* Fladmark,1982). Porém, isto só é válido para microlascas, com a diferença de que para os outros tipos de materiais não são tratadas com ácido para dissolver os compostos orgânicos ou outras substâncias.

- 1) Pegue amostras com volumes de 80-100g. Verifique se as superfícies expostas estão em uma área fresca. Coloque a amostra num saco plástico limpo e etiquetado. Tenha certeza que nenhum lascamento experimental tenha sido feito num raio de centenas de metros do sítio amostrado, e se o coletor estiver envolvido em atividades de lascamento experimenta, certifique-se que suas mãos e roupas estejam limpas. Nenhum peneiramento deverá ser feito próximo da área a ser amostrada e nenhuma amostra deverá ser coletada em dias com muito vento ou empoeirado. Tenha certeza de que a amostra-controle natural seja coletada.
 - 2) Seque naturalmente as amostras.
- 3) Retire todo o material grosseiro (seixos, lascas grandes, fragmentos de ossos, raízes ou outras matérias orgânicas). Triture suavemente a amostra num recipiente para solos.
- 4) Peneire as amostras com malhas de 1,0; 0,5; 0,25; 0,125 e 0.063mm. Certifique-se que as peneiras estejam limpas para cada análise ou de preferência, use peneiras de *nylon*.

- 5) Registre e descarte qualquer item que restou na peneira de malha de 1,0 mm (por definição, qualquer material obtido nesta malha, não são microlascas), e pese os componentes das malhas restantes.
- 6) Coloque uma pequena amostra randomicamente obtida das frações 0.5 ou 0,25 numa lâmina de microscópio e examine com aumento de 40x, para determinar a quantidade de contaminação orgânica, de carbonato e de ferro. Se as microlascas estiverem visíveis, prossiga para o item 7.
- 7) Coloque as amostras individualmente peneiradas em frascos de 500ml e cubra com 30-50% de solução de peróxido de hidrogênio, para remover os constituintes orgânicos por combustão úmida (wet combustion).
- 8) Dilua com água, espere por 2-3 minutos e decante o líquido claro. Repita 3 ou 4 vezes. Enquanto essas repetidas decantações resultam em perdas de partículas muito pequenas, estes não afetarão na análise microscópica, pois estão fora da padrão do tamanho da partícula pré-estabelecida.
 - 9) Decante e descalcifique em 30% de HCI.
 - 10) Repita o item 8.
- 11) Cubra a amostra num frasco com 15-20ml de solução de ácido oxálico, adicione pequenas tiras de papel alumínio, e ferva suavemente por 15 a 20 minutos, para remover os óxido de ferro.
 - 12) Repita o item 8.
 - 13) Filtre, seque naturalmente e pese a amostra.
- 14) Homogeneize a amostra, e divida-a em sub-amostras para o exame microscópico. Ao trabalhar com as amostras, padronize em 10.000 partículas em cada classe de tamanho, um quartzo de areia natural com

pequena porcentagem de minerais pesados pode ser sub-amostrado nas seguintes taxas: 0,5mm-5,0g; 0,25mm-0,75g; 0,125mm-0,06g; 0,063mm-0,02g.

- 15) Espalhe a fração pesada numa lâmina de vidro de microscópio, com as laterais levantadas com uma tira de cartolina colada ao redor para evitar o derramamento dos microfragmentos.
- 16) Observe microscopicamente a lâmina nos eixos x e y para cobrir toda a superfície com o mínimo de espaçamento. A ampliação de 40x é o mais utilizado para frações de 0,5, 0,25 e 0,125; com ampliação de 100x, os de fração 0,063. Utilize um contador manual ou uma calculadora eletrônica para registrar a quantidade de microlascas de cada amostra.

a) Pólen e Fitólitos

Técnicas de laboratório:

A descrição abaixo foi de Barth (1998), observando o cuidado em diferenciar o tratamento em laboratório de solo e sedimento.

Tratamento de amostra de solo

- 1) Peneirar, lavar em álcool a 10% ou água destilada, centrifugar e decantar.
- 2) KOH ou NaOH (a 0,5 , 1,0 ou a 10,0%) ataca celulose, hemicelulose e os ácidos húmicos.
 - 3) HCl concentrado retira o material carbonático.
 - 4) HF concentrado dissolve a sílica
- 5) HNO₃ a 10% hidrolisa as celuloses e hemiceluloses para glicoses.
 - 6) Acetólise hidrolisa as celuloses e hemiceluloses para glicoses.
- 7) Ultra-som solta os grãos de pólen os grumos de matéria orgânica.
 - 8) Concentração do material palinológico em gradiente.
 - 9) Montagem de lâminas.

Tratamento de amostras de sedimento quaternário (Ybert et al., 1992)

- Coloque 2,0 cm³ de sedimento em um tubo de centrífuga e introduza 4 pastilhas de esporo exótico (*Lycopodium*), contendo cada uma

12100 esporos, com o objetivo de calcular a freqüência absoluta dos palinomorfos.

- Adicione HCI (ácido clorídrico) a 10% (para a eliminação dos carbonatos e a dissolução das pastilhas de *Lycopodium*), centrifugue e descarte o sobrenadante.
- Lave o material contido no tubo com 10ml de água destilada, centrifugue e descarte o sobrenadante (repita esta etapa)
- Adicione KOH (hidróxido de potássio) a 10% (para eliminação dos ácido húmicos), centrifugue e descarte o sobrenadante.
- Lave o material contido no tubo com 10ml de água destilada, centrifugue e descarte o sobrenadante (repita esta etapa)
- Adicione CH₃COOH (ácido acético), (para desidratação do material), centrifugue e descarte o sobrenadante (repita esta etapa)
- Adicione 5ml de mistura de Acetólise: 4,5ml de HCOOC-COOH (anidrido acético) e 0,5ml de H₂SO₄ (ácido sulfúrico), para dissolução de parte de matéria orgânica, em especial da celulose, e acetilação da exina, ferva por 4 minutos, centrifugue e descarte o sobrenadante.
- Lave o material contido no tubo com 10ml de água destilada, centrifugue e descarte o sobrenadante (repita esta etapa)
- Peneire o material em uma malha de 200µm (para retirada de restos vegetais, areia, e outros materiais), transferência do material peneirado para o tubo plástico de centrífuga.
- Lave o material contido no tubo com 10ml de água destilada, centrifugue e descarte o sobrenadante (repita esta etapa)
- Adicione o HF (ácido fluorídrico) a 40% (para eliminação dos silicatos), mantenha em repouso durante 24 horas, centrifugue e descarte o sobrenadante.

- Adicione o HCI (ácido clorídrico) a 10% (para solubilização dos fluossilicatos formados na reação anterior), ferva por 15 minutos, centrifugue e descarte o sobrenadante.
- Adicione o ZnCl₂ (cloreto de zinco) densidade 2, (para separação dos palinomorfos do material mineral restante), transfira o sobrenadante com palinomorfos para outro tubo de centrífuga (esta é a única etapa em que o sobrenadante é aproveitado), centrifugue e descarte o sobrenadante.
- Lave o material contido no tubo com 10ml de água destilada, centrifugue e descarte o sobrenadante (repita esta etapa)
- Adicione a água glicerinada (1:1), deixe em repouso por 30 minutos (para facilitar a entrada de glicerina no grão e manter a refração uniforme da luz que atravessa a amostra), monte as lâminas, centrifugue e descarte o sobrenadante.
- Montagem das lâminas permanentes com gelatina glicerinada e lutagem com parafina.
- Após a montagem das lâminas, o restante do material do tubo será homogeneizado com glicerina e estocado em vidros de estoque, para eventual confecção de novas lâminas.

b) Diatomáceas:

Concentração:

- O material amostrado (1g) é concentrado para a análise de diatomáceas da seguinte maneira:
- 1) O carbonato, se presente, é dissolvido em ácido clorídrico diluído (5% HCl).

- 2) A matéria orgânica, se presente, é limpa e destruída por aquecimento em peróxido de hidrogênio (15% H_2O_2) ou em ácido sulfúrico (H_2SO_4 concentrado).
- 3) Os grãos minerais grosseiros, se presentes, são eliminados por sedimentação.
- 4) As partículas de argila e colóides são eliminados pelas lavagens repetidas, 2 horas de sedimentação, decantando cuidadosamente, até a mistura da água estiver incolor e limpa.

O resíduo é uma fração mineral (2-200 microns), correspondente ao grão de silte, e contém os frústulos de diatomáceas.

Preparação das lâminas:

- 1) Uma gota (aproximadamente 0,05ml) da amostra concentrada é espalhada em uma lâmina e deixe secar.
- 2) Em uma lâmina, um pouco de um meio fortemente refrator (NAPHRAX, Ri=1,73) é aquecido cuidadosamente até transformar em líquido. (ou o até o solvente evaporar)
- 3) A lâminula com a amostra de diatomácea seca virada para baixo, é colocado num meio refrator, na qual se espalhará entre as duas lâminas de vidro.

A maioria das análises é feita, utilizando o microscópio óptico, com ampliação de 1000 vezes. Porém, para um estudo taxonômico detalhado será necessário utilizar um microscópio eletrônico de varredura.

Os resultados das análises de diatomáceas devem ser apresentadas em forma de diagramas, incluindo a profundidade da amostra, litoestratigrafia e unidades estratigráficas de diatomáceas. E se possível, correlacionar com as zonas de pólen e as divisões cronoestratigráficas.