



TEORIA E MÉTODOS EM ANTRACOLOGIA.

1. CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS E PERSPECTIVAS ¹

RITA SCHEEL-YBERT ²

RESUMO: Este artigo apresenta uma discussão das premissas metodológicas teóricas sobre as quais repousam atualmente os estudos antracológicos, com ênfase em sua aplicação ao meio tropical. Os principais temas abordados são: representatividade paleoecológica dos carvões coletados em contexto arqueológico ou pedológico, seleção de espécies, utilização de madeira morta, carbonização, processos pós-deposicionais, análise das amostras (ubiquidade, peso ou contagem dos fragmentos), e perspectivas oferecidas pela análise antracológica em termos de informações paleoambientais e paleoetnológicas.

Palavras-chave: antracologia, paleoecologia, seleção de espécies, carbonização, processos pós-deposicionais.

ABSTRACT: Anthracology theory and methods. 1. Theoretical considerations and perspectives.

This paper presents a discussion of the theoretical methodological premises on which anthracological studies are presently based, with an emphasis on its application to the tropical vegetation. The major topics discussed are the palaeoecological representativity of archaeological and pedological charcoal, species selection, use of dead wood, carbonization, post-depositional processes, methods of charcoal analysis (ubiquity, weight or fragments counting), and the perspectives offered by anthracological analyses in terms of palaeoenvironmental and palaeoethnological information.

Key words: anthracology, palaeoecology, species selection, carbonization, post-depositional processes.

INTRODUÇÃO

A reconstituição da paleovegetação associada à ocupação de uma região por populações pré-históricas permite uma melhor interpretação sobre modos de vida, recursos ambientais disponíveis, influência das populações sobre o meio (manejo, agricultura, desmatamento, incêndios etc.) e influência do meio sobre as populações (migrações, dieta alimentar, tipo de hábitat etc.). No entanto, os estudos relativos à pré-história se limitam geralmente a aspectos tecnológicos (indústria lítica, cerâmica...), pois os métodos arqueológicos não permitem um conhecimento do meio natural nem do clima existentes durante a época de ocupação. Essas informações são essenciais para se compreender o modo de vida, a evolução cultural das populações pré-históricas e suas migrações eventuais.

Diversos métodos de investigação podem ser usados na reconstrução do paleoambiente vegetal. A palinologia se firmou nas últimas décadas como a principal técnica de investigação paleoecológica do Quaternário, mas o estudo de outros materiais

de origem biológica é muito útil para complementar as interpretações palinológicas e, principalmente, para oferecer evidências em áreas ou sítios em que grãos de pólen e esporos não são preservados, como é em geral o caso dos sítios arqueológicos.

A antracologia, em particular, que é o estudo e interpretação dos restos lenhosos carbonizados provenientes de solos ou de sítios arqueológicos (SCHEEL, GASPAS & YBERT, 1996a, 1996b), permite uma reconstituição bastante fiel da vegetação lenhosa local, ao contrário da palinologia, que fornece uma imagem da vegetação que é mais completa (árvores, ervas, etc.), mas em nível regional. Ela apresenta inclusive algumas vantagens em relação à palinologia, pois a confrontação com os dados fitossociológicos é mais direta e a determinação taxonômica, freqüentemente no nível de gênero, é em geral mais precisa do que no caso de estudos palinológicos.

Em contexto arqueológico, a antracologia é um método de estudo privilegiado (SCHEEL, GASPAS & YBERT, 1996a, 1996b; SCHEEL-YBERT, 1999, 2000, 2001). Os sedimentos arqueológicos são em geral extremamente ricos em fragmentos de carvão,

¹ Submetido em 28 de fevereiro de 2003. Aceito em 23 de outubro de 2003.

Apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), PROFIX nº540207/01-2.

² Museu Nacional/UFRJ, Departamento de Antropologia. Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
E-mail: rita@scheel.com

material que até hoje era utilizado exclusivamente para a datação dos sítios. Além da perspectiva paleoecológica, que permite a reconstituição do paleoambiente vegetal e, em consequência, do paleoclima, esta disciplina fornece informações paleoetnológicas relacionadas à utilização da madeira (combustível, artesanato, material de construção etc.) e à alimentação das populações pré-históricas (conservação de restos alimentares carbonizados). Os estudos antracológicos permitem uma avaliação, geralmente bastante precisa, tanto da paleovegetação e das relações entre o homem e seu meio ambiente como do impacto antrópico exercido.

Atualmente, a análise antracológica de carvões arqueológicos é largamente reconhecida como uma ferramenta fiável para a reconstituição paleoecológica, mas a maior parte dos estudos foi realizada em regiões temperadas da Europa (VERNET & THIÉBAULT, 1987; VERNET, 1992; HEINZ, 1991; BADAL, BERNABEU & VERNET, 1994; FIGUEIRAL, 1995; THIÉBAULT, 1997; HEINZ & THIÉBAULT, 1998) e da Patagônia (SOLARI, 1990, 1993/94; PIQUÉ I HUERTA, 1999), na África do Sul ou no Sahel (PRIOR & WILLIAMS, 1985; TUSENIUS, 1989; NEUMANN, 1989; NEUMANN, KAHLHEBER & UEBEL, 1998). Poucos estudos foram feitos em áreas de clima tropical, onde a diversidade florística é muito maior. Nos trópicos, os estudos antracológicos se referem sobretudo a aspectos paleoetnológicos, por exemplo no Equador (PEARSALL, 1979, 1983), no sul da Flórida e Caribe (NEWSON, 1991, 1993) e na Tailândia (THOMPSON, 1994). Estudos de abordagem paleoecológica existem apenas para a Guiana Francesa (TARDY, 1998) e o Brasil (SCHEEL-YBERT, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002a).

A preocupação com aspectos metodológicos se desenvolveu muito entre os antracólogos nas últimas décadas, principalmente em trabalhos realizados na França (CHABAL, 1988, 1997; HEINZ, 1990; BADAL-GARCIA & HEINZ, 1991; THÉRY-PARISOT, 2001), mas também, em menor grau, nos Estados Unidos (SMART & HOFFMAN, 1988). Muitos dos princípios estabelecidos nestes trabalhos podem ser aplicados aos estudos de antracologia tropical, mas isso deve ser feito com precaução, devido às especificidades dos diversos ambientes tropicais.

Será apresentada a seguir uma breve discussão das premissas metodológicas teóricas sobre as quais repousam atualmente os estudos

antracológicos, tentando demonstrar a pertinência de sua aplicação ao meio tropical. O desenvolvimento de uma metodologia adaptada ao ambiente tropical ainda deve ser feito, e este trabalho tem o intuito de lançar as primeiras bases nessa direção.

CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS

1. Representatividade paleoecológica dos carvões fósseis

1.1. Carvões coletados em contexto arqueológico

A representatividade paleoetnológica dos carvões provenientes de sítios arqueológicos nunca é questionada, mas a antracologia é freqüentemente criticada em relação à sua aplicação paleoecológica, por causa dos problemas devidos a uma possível seleção cultural da madeira coletada, e à preservação ou à fragmentação diferencial dos *taxa*.

No entanto, a validade da aplicação paleoecológica do estudo antracológico em sítios arqueológicos é garantida devido ao caráter pouco seletivo da coleta de lenha para uso doméstico. O uso de fogo doméstico implica numa utilização das estruturas ou locais de combustão durante um grande lapso de tempo e, principalmente, numa superfície relativamente grande de território percorrida para coleta de lenha (VERNET, 1973; CHABAL, 1992, 1997), especialmente no caso de populações sedentárias ou semi-sedentárias. A coerência paleoecológica dos estudos antracológicos é suportada essencialmente por cinco fatores, que são os mesmos tanto em regiões temperadas (VERNET, 1977; CHABAL, 1988, 1992, 1997) quanto tropicais (SCHEEL-YBERT, 1998, 2000):

- 1) grande riqueza taxonômica das amostras;
- 2) forte concordância entre as diferentes análises, isto é, a similaridade dos resultados antracológicos em sítios vizinhos e entre os diferentes níveis de um mesmo sítio;
- 3) possibilidade de reprodução das observações;
- 4) concordância entre análises de disciplinas diferentes (por exemplo, a boa correlação entre os espectros antracológicos e palinológicos regionais);
- 5) boa correlação entre espectros antracológicos e tipos de vegetação atuais.

1.2. Carvões coletados em contexto pedológico

Ao contrário do que ocorre com os carvões de origem arqueológica, a representatividade

paleoecológica dos carvões de origem pedológica raramente é questionada. No entanto as amostras de solo, provenientes de incêndios naturais, sempre apresentam uma baixa diversidade taxonômica, inversamente ao material arqueológico.

Uma reconstituição da estrutura da paleovegetação baseada no estudo antracológico de carvões do solo depende de uma amostragem muito ampla. Somente a amostragem de um grande número de trincheiras (perfis de solo) em cada localidade de estudo permite uma boa representatividade da diversidade florística e da evolução da cobertura vegetal em cada área. Como os carvões que se conservam num determinado local provêm de um número limitado de plantas que aí se queimaram, amostras pontuais de solo sempre apresentam um número de espécies muito reduzido, tornando as reconstituições paleoambientais menos fiáveis e aumentando a imprecisão das interpretações

O esforço metodológico necessário para essa amostragem é imenso, e os resultados são freqüentemente inferiores, em termos de diversidade florística, ao que pode ser obtido a partir da análise de carvões arqueológicos.

No entanto, análises antracológicas associadas a análises de composição isotópica dos solos ($\delta^{13}\text{C}$) no Estado de São Paulo permitiram demonstrar que o clima da região era mais seco durante o início do Holoceno e em seguida mais úmido, semelhante ao atual, a partir de ca. 3000 anos BP (SCHEEL-YBERT *et al.*, 2003; GOUVEIA *et al.*, 1999, 2002), apesar do número pequeno de *taxa* encontrados (apenas 4 ou 5 espécies, mesmo em amostras com mais de 300 fragmentos). Neste caso, os resultados são apresentados em tabelas de presença e ausência e sob forma de histogramas cumulativos indicando o número de *taxa* característicos de cada tipo de vegetação (cerrado e mata semidecídua), pois a utilização de porcentagens não teria significado devido à pobreza específica das amostras (SCHEEL-YBERT *et al.*, 2003).

2. Seleção de espécies

A madeira utilizada pelos homens pré-históricos para fins específicos (material de construção, objetos manufaturados, combustível para fornos de cerâmica, metalurgia etc.) era muito provavelmente selecionada entre as espécies disponíveis. Os carvões provenientes dessas

atividades não são representativos da estrutura da vegetação no entorno do sítio, mas podem trazer importantes informações paleoetnológicas. Na maior parte das vezes, esses restos são facilmente reconhecidos durante a escavação.

No entanto, mesmo com relação à lenha, a representatividade paleoecológica dos carvões é freqüentemente questionada pelo fato de o transporte da madeira (lenha) do meio de coleta até o meio de depósito ser indubitavelmente devido à ação humana (THINON, 1978; SMART & HOFFMAN, 1988). Considera-se que existiria necessariamente uma seleção de espécies ligada a aspectos culturais de cada população.

A questão da escolha dos combustíveis foi abordada num estudo sobre o Paleolítico francês. THÉRY-PARISOT (2001) observa que os autores que defendem a tese de seleção da madeira utilizam noções como “melhor combustível” ou “temperatura mais elevada”, mas que os critérios que presidem à escolha da lenha na realidade nem sempre se baseiam em dados objetivos de combustão e de propriedades combustíveis. Em sociedades primitivas atuais, por exemplo, esses critérios variam quase tanto quanto o número de situações estudadas pelos etnólogos. Além disso, a noção de “bom combustível” está intimamente ligada ao uso que se quer fazer do fogo, isto é, se o objetivo é o de obter chamas, ou brasas, ou fumaça. Existem inúmeras funções diferentes para as fogueiras: transformação de matérias primas, aquecimento, cozimento, secagem, defumação, iluminação, proteção (THÉRY-PARISOT, 2001), produção de fumaça como meio de comunicação (STERNBERG, 1968) ou para afastar os insetos, utilização do fogo em cerimônias rituais (*e.g.*, cremação), etc. Como as essências têm propriedades distintas, não existiria *um* bom combustível, mas combustíveis *diferentes* adaptados a usos específicos.

O estado da madeira (viva ou morta, seca ou verde, sã ou alterada) e sua morfologia (tamanho e diâmetro) têm um papel predominante na combustão, e é possível responder a qualquer função da fogueira com qualquer espécie de madeira (THÉRY-PARISOT, 2001). Como resultado de seu trabalho, a autora sugere que pode ter existido seleção de lenha na França durante o Paleolítico, mas principalmente em função do estado da madeira. No entanto, THÉRY-PARISOT (*op.cit.*) argumenta que, mesmo quando a coleta de lenha é orientada por seleções desse tipo, a quase totalidade das espécies presentes na área de

captação de recursos vem a ser coletada ao longo do tempo. Se a seleção é baseada no estado da madeira, há fortes chances de que espécimes de toda a vegetação lenhosa sejam coletados, já que todas as espécies podem se apresentar indiferentemente em todos os estados. Assim sendo, tanto na hipótese de ausência de seleção quanto na hipótese de uma seleção baseada no estado ou morfologia, os carvões residuais num sítio arqueológico forneceriam, com o tempo, uma boa reconstituição do ambiente vegetal.

ASCH, FORD & ASCH (1972), VERNET (1973, 1977, 1990), VERNET, BAZILE & EVIN (1979), CHABAL (1991, 1992), SCHEEL-YBERT (1998, 2000, 2001) postulam que, para a lenha de uso doméstico, as populações pré-históricas recolhiam praticamente toda a madeira disponível nos arredores, sem nenhuma seleção de espécies.

O estudo de sambaquis brasileiros demonstrou que a coleta aleatória de madeira morta constituía a principal fonte de lenha para as populações de pescadores-coletores. A coleta aleatória de lenha é indicada pela alta diversidade das amostras de carvões arqueológicos, tanto entre os carvões dispersos quanto nas amostras de carvões concentrados provenientes de fogueiras, enquanto o uso de madeira morta é sugerido por numerosos fragmentos apresentando traços de decomposição (ataque por larvas de insetos e apodrecimento) antes da carbonização (SCHEEL-YBERT, 2001).

Apesar disso, existia provavelmente entre os sambaquieiros seleção da madeira de uma espécie, por razões culturais que não é possível definir no momento (SCHEEL-YBERT, 1999, 2000, 2001). *Condalia* sp. é muito abundante nos diagramas antracológicos dos sítios da região de Cabo Frio e Arraial do Cabo. Essa espécie foi explorada sistematicamente durante mais de três mil anos, e para isso ela deve ter sido suficientemente freqüente no ambiente. Logo, essa planta era pelo menos mais freqüente na época do que atualmente. *Condalia buxifolia*, característica da restinga e única espécie desse gênero que ocorre na região, é muito rara atualmente (SILVA & OLIVEIRA, 1989). Ela não poderia ser dominante na paisagem durante a época de ocupação pré-histórica, pois isso indicaria uma vegetação muito diferente das formações conhecidas atualmente, o que entra em contradição com todos os outros elementos do espectro antracológico. Em conseqüência, havia seleção dessa espécie, o que pode ser explicado por diversas características próprias a este *taxon*: a madeira, muito densa, é considerada como um excelente

combustível e permitiria a extração de um pigmento azul; o fruto, uma pequena drupa, é comestível; e a casca das raízes de algumas espécies desse gênero, é medicinal e pode ser utilizada como sabão (RECORD & HESS, 1943).

Este trabalho demonstrou que a seleção de espécies não invalida a reconstituição paleoambiental, desde que ela se restrinja a uma fração limitada do cortejo vegetal. Se apenas uma ou poucas espécies são selecionadas, haverá uma super-representação no cortejo antracológico, mas essa distorção poderá, normalmente, ser identificada durante a análise dos resultados. Em palinologia depara-se com um problema equivalente, no caso de espécies que produzem grandes quantidades de grãos de pólen e são super-representadas no espectro palinológico, ou inversamente.

Via de regra, a maior parte das plantas presentes no ambiente são representadas nos restos de carvão, sobretudo se a lenha para uso doméstico é obtida a partir da coleta de madeira morta, e é provável que as espécies mais abundantes apresentem freqüências mais altas. Para que um *taxon* seja selecionado, ele deve ser suficientemente freqüente no ambiente: para que uma planta seja *escolhida*, ela deve antes *existir*.

A grande diversidade de *taxa* encontrados no registro antracológico dos sambaquis da costa brasileira indica o caráter pouco seletivo da coleta de lenha pelos sambaquieiros. Associado à acumulação de vestígios durante um longo lapso de tempo, que decorre das próprias características destes sítios arqueológicos, esse argumento justifica a utilização dos estudos antracológicos para a reconstituição do paleoambiente vegetal em sambaquis, mesmo que exista seleção de um ou de alguns *taxa* para fins específicos. O estudo de sítios de outros sistemas socioculturais deverá, num futuro próximo, verificar a pertinência da hipótese de não-seleção da lenha de uso doméstico para outras populações da pré-história brasileira.

3. Utilização de madeira morta

As formações vegetais produzem constantemente madeira seca por queda natural dos ramos, morte das árvores etc. Vários autores consideram que a coleta desta madeira constituía o essencial do combustível utilizado para lenha, invocando, sobretudo, a facilidade de obtenção (HEIZER, 1963; ASCH, FORD & ASCH, 1972; VERNET, 1973; CHABAL, 1991; THÉRY-PARISOT, 2001), mas também a pretendida ineficácia dos

instrumentos líticos (SALISBURY & JANE, 1940) ou a taxa de umidade elevada da árvore viva, que obrigaria a um tempo de armazenagem relativamente longo (THÉRY-PARISOT, 2001).

Evidências concretas de utilização de madeira morta por populações pré-históricas são muito difíceis. Na verdade, ela só se diferencia da madeira cortada recentemente pela proporção de água livre que contém, e somente sua alteração por agentes fitopatogênicos pode ser perceptível no nível da microestrutura anatômica (THÉRY-PARISOT, 2001). Até hoje, a utilização de madeira morta pôde ser demonstrada nos sítios de Maiden Castle (Inglaterra), La Combette (França) e em diversos sambaquis da Região dos Lagos (Estado do Rio de Janeiro, Brasil), onde foram encontrados fragmentos de carvão apresentando sinais de ataque por larvas de coleópteros xilófagos e/ou indícios de decomposição parcial antes da carbonização (SALISBURY & JANE, 1940; THÉRY-PARISOT, 2001; SCHEEL-YBERT, 2001).

A representação paleoecológica dos espectros antracológicos baseados na coleta de madeira morta foi contestada sob o pretexto de que a necromassa de um sub-bosque não refletiria as proporções específicas da vegetação lenhosa dessa comunidade, especialmente em função da desigualdade entre a queda natural dos ramos e as taxas diferenciais de decomposição (GODWIN & TANSLEY, 1941; SMART & HOFFMAN, 1988). Isto pode, de fato, acarretar uma sub- ou super-representação de certas espécies, mas, por outro lado, é evidente que todas as espécies de uma comunidade serão, a um momento ou outro, representadas na necromassa, e que os *taxa* mais freqüentes serão provavelmente representados em maior proporção.

4. Carbonização e processos pós-deposicionais

A qualidade da conservação de um fragmento de carvão é devida mais ao sedimento no qual ele está depositado e a seu grau de combustão do que a sua idade (THIÉBAULT & VERNET, 1987), mas a preservação e o estado de fragmentação dos carvões são fatores que também devem ser considerados. SMART & HOFFMAN (1988), POPPER (1988) e THOMPSON (1994), dentre outros, consideram que o número de fragmentos presentes num sítio não está diretamente relacionado com a quantidade de madeira queimada, pois as proporções entre os *taxa* podem ser alteradas pela preservação ou fragmentação diferenciais e pela redução de massa.

Redução de massa e fragmentação são devidas principalmente à combustão, mas não exclusivamente (CHABAL, 1997). A redução de massa é a perda de matéria durante a combustão, sob forma de água, compostos voláteis e cinzas, mas uma redução poderia ocorrer também após esse evento. A fragmentação é o mecanismo pelo qual os carvões se quebram durante a combustão e posteriormente, isto é, durante os processos de deposição e sedimentação das partículas e durante a escavação.

A redução de massa devida à combustão é muito importante, podendo atingir até 70 % do peso seco inicial a uma temperatura de 550 °C (BAILEYS & BLANKENHORN, 1982). Reduções de massa de cerca de 4%, 69% e 76% do peso seco inicial foram registradas em temperaturas de 250°C, 400°C e 600°C, respectivamente. O rendimento em carvão após carbonização é influenciado por diversos fatores, como a espécie escolhida, o tamanho do pedaço queimado, as características da curva de temperatura e, sobretudo, a temperatura final alcançada (STIMELY & BLANKENHORN, 1985). Reduções de massa de 98 % a mais de 99 % foram obtidas durante combustões experimentais, com temperaturas máximas entre 600°C e 900°C, em fogueiras feitas no interior de um recipiente isolado (LOREAU, 1994). Este autor realizou experiências a fim de estimar a redução de massa, assim como a influência da interação entre espécies sobre esse fenômeno. LOREAU (1994) observou que, após combustão, madeiras menos densas deixam mais resíduos de carvão que madeiras mais densas, mas que sua redução de massa é mais importante quando queimadas junto com madeiras mais densas. Da mesma forma, uma taxa de umidade mais alta aumenta a perda de massa da madeira durante a combustão, independentemente da densidade da espécie.

No entanto, deve-se notar que todas essas experiências foram feitas no laboratório, e que elas não levam em conta outros fatores que podem influenciar a quantidade dos restos carbonizados, como a forma da fogueira e as condições meteorológicas (vento, chuva, etc.).

As taxas de retração e de redução de massa após carbonização poderiam ser bons indicadores da "aptidão" à conservação dos carvões de origem arqueológica (ROSSEN & OLSON, 1985). Madeiras que apresentam contração e redução de massa mais expressivas produzem carvões mais frágeis

e quebradiços que são, em consequência, menos bem preservados. Em combustões experimentais de 21 espécies diferentes, ROSSEN & OLSON (1985) encontraram diminuições volumétricas variando entre 23% e 61%, e reduções de massa entre 56% e 84%.

WILLCOX (1974), BAZILE-ROBERT (1982), ZALUCHA (1982), LOPINOT (1984) observaram que a combustão acarreta uma fragmentação diferencial das espécies. CHABAL (1990, 1997), que se opõe a essa asserção, considera que existe uma “lei estatística de fragmentação” segundo a qual a taxa de fragmentação dos carvões arqueológicos não seria ligada à espécie. Esta autora analisou a distribuição do número de fragmentos por classe de massa em histogramas de fragmentação, seja todas as espécies misturadas, seja por espécie. Deste estudo, que considerou 1491 fragmentos de 18 *taxa*, provenientes de dois níveis arqueológicos de um mesmo sítio, CHABAL (1990) concluiu que a forma geral das curvas de fragmentação é a mesma para os dois níveis e para cada *taxon* e que os fragmentos são mais numerosos quanto menores eles forem, qualquer que seja o *taxon* considerado.

De todo modo, a fragmentação diferencial dos carvões durante a combustão é provavelmente “compensada” pelos processos pós-deposicionais, na medida em que carvões menos densos, que deixam mais fragmentos, teriam uma taxa de desaparecimento mais elevada que carvões mais densos (LOREAU, 1994; CHABAL, 1997; THÉRY-PARISOT, 2001). Em consequência, haveria um re-equilíbrio das proporções numéricas entre as espécies posteriormente à combustão.

As transformações físicas sofridas pela madeira durante a carbonização e pelos carvões durante os processos pós-deposicionais são muito numerosas e variáveis, e elas não são, e não serão provavelmente jamais, completamente dominadas pelos antracólogos. É preciso, em consequência, ter sempre em mente que as proporções entre as espécies podem ser super- ou sub-representadas no espectro antracológico, mas que isso não invalida as interpretações paleoambientais feitas a partir desta disciplina. Diversos estudos paleoecológicos baseados nos carvões vêm apoiar a validade dessa afirmação (e.g. VERNET & THIÉBAULT, 1987; NEUMANN, 1989; TUSENIUS, 1989; HEINZ, 1991; VERNET, 1992, 1997; FIGUEIRAL, 1993, 1995; HOPKINS *et al.*, 1993; SOLARI, 1993/94; BADAL, BERNABEU & VERNET, 1994; THIÉBAULT, 1997; HEINZ & THIÉBAULT, 1998; SCHEEL-YBERT, 2000).

5. Análise das amostras

A análise antracológica pode ser feita utilizando-se métodos qualitativos ou quantitativos. Em geral, a escolha do método depende dos objetivos da pesquisa e das características da amostra disponível.

5.1. Um método qualitativo: a ubiqüidade

Esse método de apresentação dos dados arqueobotânicos foi desenvolvido principalmente em países anglo-saxões (KOHLENER & MATTHEWS, 1988; POPPER, 1988; SMITH, VELLEN & PASK, 1995). Os *taxa* são tratados unicamente em termos de presença e ausência, mas uma freqüência pode ser calculada em função do número de amostras nos quais eles estão presentes. Essa técnica não leva em consideração a quantificação dos carvões baseada na contagem ou na massa, pois seus adeptos consideram que esta última é excessivamente influenciada pelos contingentes de amostragem, preservação, fragmentação, volume de sedimento etc., para ser significativa (WILLCOX, 1974; SMART & HOFFMAN, 1988; POPPER, 1988). Uma variação desse método é a utilização de classes de abundância (POPPER, 1988). Por exemplo, pode-se contar os fragmentos de carvão e quantificar os *taxa* em “abundantes” (mais que 25 fragmentos), “médios” (entre 5 e 25 fragmentos) ou “raros” (menos que 5 fragmentos) (WILLCOX, 1974).

No entanto, uma análise estatística demonstrou que tanto a freqüência quanto a presença de um *taxon* em qualquer amostra arqueológica depende dos contingentes de combustão e preservação e do volume de sedimento amostrado (KADANE, 1988). A utilização de métodos baseados na presença ou ausência só é fiável quando as amostras são semelhantes (mesma superfície, mesmo peso do sedimento amostrado, etc.). Quanto maior é a quantidade de sedimento amostrado, maior será a probabilidade de encontrar um determinado *taxon* (JONES, 1991). A contagem dos fragmentos de carvão também pode ser influenciada pela fragmentação diferencial, mas JONES (1991) considera que os contingentes pré- e pós-deposicionais afetam mais os dados baseados em presença ou ausência do que os dados quantitativos.

5.2. Métodos quantitativos: peso ou contagem dos fragmentos?

Uma questão importante referente à quantificação dos fragmentos de carvão é saber o que representa melhor a proporção original das espécies lenhosas utilizadas como combustível, se a massa dos

fragmentos ou o seu número. Alguns autores apresentam seus resultados sob a forma de frequências relativas tanto do número de fragmentos quanto do peso de cada *taxon* (CASTELLETTI, CREMASCHI & NOTINI, 1976; CASTELLETTI, 1978; THOMPSON, 1994), enquanto outros consideram que somente a expressão da presença de cada espécie em porcentagem ponderal é válida, pois a biomassa vegetal seria assim levada em consideração (THINON, 1979; CARCAILLET & THINON, 1996). Essa asserção é baseada na premissa de que a contagem introduz um fator de erro na análise, devido às diferenças de tamanho dos fragmentos.

No entanto, HEINZ (1991), SOLARI & VERNET (1992), THIÉBAULT (1994, 1997) e SCHEEL-YBERT (1998, 2000) interpretam seus dados a partir da contagem dos fragmentos expressa em porcentagens relativas de cada *taxon*, pois consideram que um maior número de fragmentos tende a testemunhar de uma biomassa vegetal mais importante, qualquer que seja seu tamanho.

Na verdade, o valor das porcentagens obtidas pelo número ou pela massa relativa dos fragmentos é diferente e a hierarquia das espécies pode ser modificada segundo o método empregado, mas os diagramas antracológicos correspondentes mostram, em geral, a mesma evolução do conjunto da cobertura vegetal (KRAUSS-MARGUET, 1980, 1981; CASTELLETTI, CREMASCHI & NOTINI, 1976; CASTELLETTI, 1978; THOMPSON, 1994).

Diagramas antracológicos construídos a partir das porcentagens em número e em massa de fragmentos de carvão provenientes de uma fogueira atual de uso culinário que funcionou quotidianamente durante mais de dois meses foram comparados a uma estimativa da composição da vegetação local (BAZILE-ROBERT, 1982), mostrando uma boa correspondência entre os resultados da análise antracológica e a flora atual. A hierarquia das espécies foi mais bem respeitada pelas frequências numéricas do que pelas frequências ponderais. Nos dois casos houve sub- ou super-representação de alguns *taxa* nos resíduos carbonizados, mas essas foram mais importantes no caso das frequências ponderais. Ou seja, as porcentagens numéricas forneceram uma melhor representação da vegetação do que as porcentagens de massa. Combustões experimentais realizadas com um mesmo volume de madeira de diferentes *taxa* (mesmo número de ramos de dimensões iguais), mostraram que sub- e super-representação poderiam ser devidas à redução de massa e à fragmentação diferencial durante a combustão.

CHABAL (1997) argumenta que as diferenças de porcentagens obtidas pelo peso ou pela contagem dos fragmentos traduzem unicamente uma variabilidade aleatória no estado de fragmentação dos carvões. Segundo CHABAL (*op.cit.*), contagem e peso conduziriam sensivelmente aos mesmos resultados, desde que fossem feitas correções baseadas na “lei de fragmentação”, mas a contagem dos fragmentos seria preferível por razões práticas. Essa hipótese se apóia no postulado que um *peso* mais importante significa uma maior *quantidade* de madeira. Ora, o peso é evidentemente proporcional à massa, mas, a volume igual, uma madeira mais densa produzirá resíduos mais pesados que uma madeira menos densa, já que a densidade dos carvões é correlacionada à densidade da madeira original. O coeficiente de transformação de massa é da ordem de 50% (BRIANE & DOAT, 1985; BEALL *et al.*, 1974), ou seja, uma madeira de densidade 0,6, por exemplo, produzirá um carvão cuja densidade variará entre 0,25 e 0,35. Como a densidade de madeiras temperadas só pode variar entre 0,35 e 0,7, a escala de densidade dos carvões temperados é pequena, autorizando uma extrapolação do peso à biomassa. No entanto, essa variação é muito maior no caso das madeiras tropicais, cuja densidade seca pode ir de 0,1 a 1,3 (BRIANE & DOAT, 1985). Em conseqüência, a escala de densidade dos carvões também é muito maior nos trópicos, e seu peso não corresponde de modo algum à quantidade de biomassa original.

A isso se soma o fato de que os fragmentos de carvão podem apresentar impregnações minerais posteriores à combustão que aumentam o peso dos fragmentos em proporções incontroláveis. No Sambaqui da Ilha da Boa Vista I, por exemplo, todos os vestígios arqueológicos estão fortemente impregnados por um depósito calcário, o que inclusive inviabiliza a determinação antracológica. Esse fenômeno, que também foi observado em um grande número de fragmentos de outros sambaquis, embora em menor grau (SCHEEL-YBERT, 1998), pode aumentar muito a margem de erro associada ao uso de porcentagens ponderais.

Em conclusão, o emprego do peso dos carvões para estimar a quantidade de biomassa é totalmente desaconselhável para a reconstituição paleoambiental nos trópicos, não só devido à grande amplitude da escala de densidades estabelecida para as madeiras tropicais como pelo risco de existência de impregnações minerais.

APLICAÇÕES E PERSPECTIVAS

Os estudos realizados até o momento mostraram que a antracologia permite a obtenção, a partir das mesmas amostras, de informações importantes tanto no domínio das variações paleoambientais e paleoclimáticas quanto em aspectos paleoetnológicos. Os primeiros estudos realizados no Brasil (SCHEEL-YBERT, 2000, 2001; SCHEEL-YBERT *et al.*, 2003) mostraram que esta disciplina, desenvolvida essencialmente em regiões temperadas, é perfeitamente aplicável às regiões tropicais.

Partindo de uma abordagem inovadora, inédita no Brasil e no mundo tanto no que se refere à arqueologia quanto aos estudos paleoambientais, foi mostrado que estes dois temas interpretativos não são incompatíveis e podem ser abordados a partir do mesmo material. A intervenção do homem pré-histórico no transporte da madeira até o sítio arqueológico não invalida as reconstituições da vegetação passada baseadas na antracologia. Da mesma forma, o uso da antracologia para as reconstituições paleoambientais não deve ofuscar as informações paleoetnológicas contidas na mesma amostra.

O material antracológico pode fornecer informações paleoetnológicas diversas em função dos elementos vegetais representados e do seu estado:

1. Dados paleoambientais

Os dados paleoambientais são fundamentais, pois eles permitem situar as populações pré-históricas no seu meio natural e compreender certos traços de sua evolução. Eles podem também fornecer uma explicação às migrações dos povos pré-históricos e a seu modo de vida.

Por exemplo, a reconstituição paleoambiental do litoral sudeste do Estado do Rio de Janeiro (SCHEEL-YBERT, 1999, 2000, 2001) mostrou que a vegetação regional, que era constituída pelas diversas fisionomias da restinga, pela mata seca característica da região de Cabo Frio, pelo mangue e, mais para o interior, pela Mata Atlântica, não variou durante toda a segunda metade do Holoceno (aproximadamente 5500 a 1400 anos BP). Os sambaquieiros que ocuparam o litoral brasileiro habitavam basicamente a restinga, procurando se situar também nas proximidades de outras formações vegetais.

Apesar da idéia bastante difundida de que os ambientes costeiros seriam extremamente sensíveis

às mudanças climáticas, e que a vegetação costeira reagiria rapidamente a essas oscilações, a vegetação de terra firme deste litoral não sofreu alterações nem de origem antrópica, nem de origem climática, ao longo de vários séculos de ocupação. No entanto, variações significativas foram verificadas na vegetação de mangue, as quais foram associadas a oscilações climáticas (SCHEEL-YBERT, 2000).

A estabilidade do meio ambiente vegetal é aparentemente contraditória com a ocorrência de variações climáticas, mas ela é uma consequência do caráter edáfico dos ecossistemas costeiros, que são pouco sensíveis às mudanças do clima (SCHEEL-YBERT, 2000, 2002b). A estabilidade do meio ambiente vegetal teve certamente consequências muito importantes para as populações pré-históricas. Ela pode ter sido um fator decisivo na vida dos sambaquieiros, contribuindo para sua sedentarização e para a conservação de um sistema sociocultural estável que se manteve por mais de 6000 anos.

2. Economia do combustível

A diversidade taxonômica da madeira, seu estado (madeira verde ou madeira morta) e sua morfologia (tamanho, diâmetro) no momento da coleta fornecem indicações importantes sobre a economia do combustível.

No caso dos sambaquieiros, foi demonstrado que não havia seleção da lenha coletada para uso doméstico (SCHEEL-YBERT, 1999, 2001). Toda a lenha utilizada por essas populações provinha da coleta aleatória de madeira morta, realizada nas proximidades dos sambaquis. No entanto, em outros casos, ligados por exemplo à produção de cerâmica, é provável que uma seleção fosse praticada. O estudo de sítios ceramistas de tradição Tupiguarani será particularmente interessante para verificar essa hipótese.

3. Desenvolvimento sociocultural

Certos dados podem fornecer indicações sobre o desenvolvimento sociocultural de populações pré-históricas. Por exemplo, alguns dos resultados obtidos em sambaquis sugerem a prática de manejo (SCHEEL-YBERT, 2001), de ritos culturais de caráter religioso, ou uma utilização da madeira de certas espécies por razões econômicas específicas (ver discussão sobre *Condalia*; SCHEEL-YBERT, 1999, 2001), enquanto outros resultados puderam corroborar a hipótese de

existência de sítios exclusivamente funerários (SCHEEL-YBERT, no prelo).

Em todos esses casos, um certo nível de desenvolvimento sociocultural das populações em questão é sugerido.

4. Dieta alimentar

A presença de carvões de espécies vegetais cujos frutos são comestíveis, e sobretudo a presença de frutos, sementes e tubérculos, fornece indicações preciosas sobre a dieta alimentar das populações pré-históricas. Embora o estudo destes restos seja mais do campo da arqueobotânica do que da antracologia propriamente dita, eles são geralmente conservados por carbonização e encontrados em associação com o material antracológico. Sua análise é particularmente importante, pois esses vestígios são geralmente pouco distintos e freqüentemente ignorados pelos arqueólogos, ao contrário dos restos animais, maiores e de melhor preservação.

A descoberta de fragmentos de tubérculos, cuja conservação é extremamente delicada, em sítios da Região dos Lagos (SCHEEL-YBERT, 1999, 2001), atesta que eles eram largamente utilizados pelos sambaquieiros. A coleta de produtos vegetais era com certeza muito mais importante para a alimentação dessas populações do que precedentemente considerado pela comunidade científica. Todos os sítios analisados apresentaram fragmentos de coquinhos carbonizados, sementes e tubérculos de monocotiledôneas (provavelmente gramíneas, ciperáceas, taboa – *Typha domingensis* – e carás – *Dioscorea* spp.), esses últimos assinalados pela primeira vez no material proveniente de sambaquis.

CONCLUSÕES

Os estudos antracológicos são essencialmente interdisciplinares, e podem trazer uma série de informações úteis para as várias ciências e técnicas analíticas a eles relacionadas – Arqueologia, Paleoetnologia, Botânica, Paleoobotânica, Ecologia, Paleoecologia, Paleoclimatologia, Geologia do Quaternário, Pedologia, Análise de radioisótopos, entre outras.

As pesquisas antracológicas, ao permitirem uma análise das variações paleoambientais e

paleoclimáticas, podem fornecer subsídios aos quaternaristas e climatólogos que, a partir do conhecimento de situações passadas, procuram prever as situações ambientais relacionadas às variações climáticas atuais.

Elas podem, em particular, oferecer resultados significativos no esclarecimento de diversas questões para a arqueologia brasileira, como o entorno da área de habitação, a área de captação de recursos etc., podendo levar a uma melhor compreensão das interações entre o homem e o meio ambiente e do desenvolvimento sociocultural das populações pré-históricas.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq - PROFIX 540207/02-1) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ, E-26/152.430/02 - Projeto “Soberanos da Costa”, sob coordenação de M.D. Gaspar), pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASCH, N.B.; FORD, R.I. & ASCH, D.L., 1972. **Paleoethnobotany of the Koster site: the Archaic horizons**. Springfield: Illinois State Museum. 34p. (Reports of Investigations n.24).
- BADAL, E.; BERNABEU, J. & VERNET, J.L., 1994. Vegetation changes and human action from the Neolithic to the Bronze Age (7000-4000 BP) in Alicante, Spain, based on charcoal analysis. **Vegetation History and Archaeobotany**, Berlin, **3**:155-166.
- BADAL-GARCIA, E. & HEINZ, C., 1991. Méthodes utilisées en anthracologie pour l'étude de sites préhistoriques. In: WALDREN, W.H.; ENSENYAT, J.A. & KENNARD, R.C. (Eds.) **IInd Deya International Conference of Prehistory. Recent developments in Western Mediterranean prehistory: Archaeological techniques, technology and theory**. v.1. **British Archaeological Reports International Series**, Oxford, **573**:17- 47.
- BAILEYS, R.T. & BLANKENHORN, P.R., 1982. Calorific and porosity development in carbonized wood. **Wood Science**, Madison, **15**(1):19-28.
- BAZILE-ROBERT, E., 1982. Données expérimentales pour l'anthracologie. **Études Quaternaires Languedociennes**, Vauvert, **Cahier 2**:19-28.
- BEALL, F.C.; BLANKENHORN, P.R. & MOORE, G.R., 1974. Carbonized wood – Physical properties and use as an SEM preparation. **Wood Science**, Madison, **6**(3):212-219.
- BRIANE, D. & DOAT, J., 1985. **Guide technique de la carbonisation. La fabrication du charbon de bois**. Aix-en-Provence: EDISUD/Centre Technique Forestier Tropical. 178p.

- CARCAILLET, C. & THINON, M., 1996. Pedaanthacological contribution to the study of the evolution of the upper treeline in the Maurienne Valley (North French Alps): methodology and preliminary data. **Review of Palaeobotany and Palynology**, Amsterdam, **91**:399-416.
- CASTELLETTI, L., 1978. I carboni della Grotta "Latronico 3" (Latronico, Provincia di Potenza). In: ATTI DELLA RIUNIONE SCIENTIFICA DELL'ISTITUTO ITALIANO DI PREISTORIA E PROTOISTORIA. 20. Florença. p.227-239.
- CASTELLETTI, L.; CREMASCHI, M. & NOTINI, P., 1976. L'insediamento mesolitico di Lama Lite sull'Apennino Tosco-Emiliano (Reggio Emilia). **Preistoria Alpina**, Trento, **12**:7-32.
- CHABAL, L., 1988. Pourquoi et comment prélever les charbons de bois pour la période antique: les méthodes utilisées sur le site de Lattes (Hérault). **Lattara**, Lattes, **1**:187-222.
- CHABAL, L., 1988. L'étude paléoécologique de sites protohistoriques à partir des charbons de bois: la question de l'unité de mesure. Dénombrements de fragments ou pesées? In: HACKENS, T.; MUNAUT, A.V. & TILL, C. (Eds.) **Wood and Archaeology. PACT**, Bruxelles, **22**:189-205. (FIRST EUROPEAN CONFERENCE).
- CHABAL, L., 1991. **L'Homme et l'évolution de la végétation méditerranéenne des Âges des Métaux à la Période Romaine: recherches anthracologiques théoriques, appliquées principalement à des sites du Bas-Languedoc**. Montpellier. 435p. Tese (Doutorado em Fisiologia e Biologia de Organismos e Populações), Université des Sciences et Techniques du Languedoc.
- CHABAL, L., 1992. La représentativité paléo-écologique des charbons de bois archéologiques issus du bois de feu. **Bulletin de la Société Botanique de France, Actualités Botaniques**, Paris, **139**(2/3/4):213-236.
- CHABAL, L., 1997. **Forêts et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive): L'anthracologie, méthode et paléoécologie**. Paris: Documents d'Archéologie Française. v.63, 188p.
- FIGUEIRAL, I., 1993. Charcoal analysis and the vegetational evolution of north-west Portugal. **Oxford Journal of Archaeology**, Oxford, **12**(2):209-222.
- FIGUEIRAL, I., 1995. Evidence from charcoal analysis environmental change during the interval late Bronze Age to Roman, at the archaeological site of Castro de Penices, N.W. Portugal. **Vegetation History and Archaeobotany**, Berlin, **4**:93-100.
- FISH, S.K.; DE BLASIS, P.; GASPAR, M.D. & FISH, P.R., 2000. Eventos incrementais na construção de sambaquis, litoral sul do estado de Santa Catarina. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, São Paulo, **10**:69-87.
- GASPAR, M.D. (No prelo). Soberanos da Costa. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE DE ARQUEOLOGIA BRASILEIRA, 11., Rio de Janeiro. **Atas**.
- GODWIN, H. & TANSLEY, A.G., 1941. Prehistoric charcoals as evidence of former vegetation, soil and climate. **Journal of Ecology**, Putney, **29**(1):117-126.
- GOUVEIA, S.E.M.; PESSENDA, L.C.R.; BOULET, R.; ARAVENA, R. & SCHEEL-YBERT, R., 1999. Isótopos do carbono dos carvões e da matéria orgânica de solos em estudos de trocas de vegetação e clima no Quaternário recente e da taxa de formação de solos no Estado de São Paulo. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **71**(4-II):969-980.
- GOUVEIA, S.E.M.; PESSENDA, L.C.R.; ARAVENA, R.; SCHEEL-YBERT, R. & BOULET, R., 2002. Carbon isotopes in charcoal and soils in studies of palaeovegetation and climate changes during the late Pleistocene and the Holocene in the São Paulo state (southeast Brazil). **Global and Planetary Change**, Amsterdam, **33**:95-106.
- HEINZ, C., 1990. Dynamique des végétations Holocènes en Méditerranée nord occidentale d'après l'anthracologie de sites préhistoriques : méthodologie et paléoécologie. **Paléobiologie Continentale**, Montpellier, **16**(2):1-212.
- HEINZ, C., 1991. Upper Pleistocene and Holocene vegetation in the south of France and Andorra. Adaptations and first ruptures: New charcoal analysis data. **Review of Palaeobotany and Palynology**, Amsterdam, **69**:299-324.
- HEINZ, C. & THIÉBAULT, S., 1998. Characterization and palaeoecological significance of archaeological charcoal assemblages during late and post-glacial phases in southern France. **Quaternary Research**, Washington, **50**:56-68.
- HEIZER, R.F., 1963. Domestic fuel in primitive society. **The Journal of the Royal Anthropological Institute of Great Britain and Ireland**, Londres, **93**:186-194.
- HOPKINS, M.S.; ASH, J.; GRAHAM, A.W.; HEAD, J. & HEWETT, R.K., 1993. Charcoal evidence of the spatial extent of the Eucalyptus woodland expansions and rainforest contractions in North Queensland during the late Pleistocene. **Journal of Biogeography**, Oxford, **20**:357-372.
- JONES, G.E.M., 1991. Numerical analysis in archaeobotany. In: VAN ZEIST, W.; WASYLIKOWA, K. & BEHRE, K.-E. (Eds.) **Progress in Old World Palaeoethnobotany**. Rotterdam: Balkema. p.63-80.
- KADANE, J.B., 1988. Possible statistical contributions to paleoethnobotany. In: HASTORF, C.A. & POPPER, V.S. **Current Paleoethnobotany: Analytical methods and cultural interpretation of archaeological plant remains**. Chicago, London: The University of Chicago Press. p.206-214.
- KOHLER, T.A. & MATTHEWS, M.H., 1988. Long-term Anasazi land use and forest reduction: a case study from southwest Colorado. **American Antiquity**, Washington, **53**(3):537-564.
- KRAUSS-MARGUET, I., 1980. **Contribution à l'histoire de la végétation postglaciaire des Grands Causses d'après l'analyse anthracologique du gisement préhistorique de la Poujade (Commune de Millau, Aveyron)**. Montpellier. 75p. Diplôme d'Études Supérieures, Université des Sciences et Techniques du Languedoc.
- KRAUSS-MARGUET, I., 1981. Analyse anthracologique du gisement post-glaciaire de la Poujade (Millau, Aveyron). In: VERNET, J.L. (Dir.) **Le milieu naturel au Quaternaire dans les Causses et vallées périphériques. Paléobiologie Continentale**, Montpellier, **12**(1):93-110.

- LOPINOT, N.H., 1984. **Archaeobotanical formation processes and the Late Middle Archaic human-plant interrelationships in the midcontinental USA**. 529p. Tese (Doutorado), Southern Illinois University at Carbondale.
- LOREAU, P., 1994. **Du bois au charbon de bois : approche expérimentale de la combustion**. Montpellier. 64p. Dissertação (Mestrado - DEA - em Ambiente e Arqueologia), Université des Sciences et Techniques du Languedoc.
- NEUMANN, K., 1989. Holocene vegetation of the Eastern Sahara: charcoal from prehistoric sites. **The African Archaeological Review**, Dordrecht, **7**:97-116.
- NEUMANN, K.; KAHLHEBER, S. & UEBEL, D., 1998. Remains of woody plants from Saouga, a medieval west African village. **Vegetation History and Archaeobotany**, Berlin, **7**:57-77.
- NEWSOM, L.A., 1991. Paleoethnobotanical analysis of midden remains from the Wanapa site (B-016), Bonaire. In: HAVISER, J.B. (Ed.) **The First Bonaireans**. Curaçao: Archaeological-Anthropological Institute of the Netherlands Antilles, Report n.10, p.242-262. (Appendix I).
- NEWSOM, L.A., 1993. Plants and people: cultural, biological and ecological responses to wood exploitation. In: SCARRY, C.M. (Ed.) **Foraging and Farming in the Eastern Woodlands**. Gainesville: University Presses of Florida. p.115-137.
- PEARSALL, D.M., 1979. **The application of ethnobotanical techniques to the problem of subsistence in the Ecuadorian Formative**. Urbana. 280p. Tese (Doutorado em Antropologia), University of Illinois. University Microfilms.
- PEARSALL, D.M., 1983. Evaluating the stability of subsistence strategies by use of paleoethnobotanical data. **Journal of Ethnobiology**, Chapel Hill, **3**:121-137.
- PIQUÉ I HUERTA, R., 1999. **Producción y uso del combustible vegetal: una evaluación arqueológica**. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona. 308p. (Treballs d'Etnoarqueologia, 3).
- POPPER, V.S., 1988. Selecting quantitative measurements in paleoethnobotany. In: HASTORF, C.A. & POPPER, V.S. **Current Paleoethnobotany: Analytical methods and cultural interpretation of archaeological plant remains**. Chicago, London: The University of Chicago Press. p.53-71.
- PRIOR, J. & WILLIAMS, D.P., 1985. An investigation of climatic change in the Holocene epoch using archaeological charcoal from Swaziland, Southern Africa. **Journal of Archaeological Science**, San Diego, **12**:457-475.
- RECORD, S.J. & HESS, R.W., 1943. **Timbers of the New World**. New Haven: Yale Univ. Press. 640p.
- ROSSEN, J. & OLSON, J., 1985. The controlled carbonization and archaeological analysis of SE U.S. wood charcoals. **Journal of Field Archaeology**, Boston, **12**(4):445-456.
- SALISBURY, E.J. & JANE, F.W., 1940. Charcoals from Maiden Castle and their significance in relation to the vegetation and climatic conditions in prehistoric times. **Journal of Ecology**, Putney, **28**:310-325.
- SCHEEL, R.; GASPAS, M.D. & YBERT, J.P., 1996a. A anatomia dos carvões pré-históricos. Arqueologia encontra respostas em restos de fogueiras e incêndios florestais. **Revista Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, **21**(122):66-69.
- SCHEEL, R.; GASPAS, M.D. & YBERT, J.P., 1996b. Antracologia, uma nova fonte de informações para a arqueologia brasileira. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, São Paulo, **6**:3-9.
- SCHEEL-YBERT, R., 1998. **Stabilité de l'écosystème sur le littoral Sud-Est du Brésil à l'Holocène Supérieur (5500-1400 ans BP). Les pêcheurs-cueilleurs-chasseurs et le milieu végétal: apports de l'antracologie**. Montpellier. 3 volumes. 520p. Tese (Doutorado em Biologia de Populações e Ecologia), Université des Sciences et Techniques du Languedoc.
- SCHEEL-YBERT, R., 1999. Paleoambiente e paleoetnologia de populações sambaquieiras do sudeste do Estado do Rio de Janeiro. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, São Paulo, **9**:43-59.
- SCHEEL-YBERT, R., 2000. Vegetation stability in the Southeastern Brazilian coastal area from 5500 to 1400 ¹⁴C yr BP deduced from charcoal analysis. **Review of Palaeobotany and Palynology**, Amsterdam, **110**:111-138.
- SCHEEL-YBERT, R., 2001. Man and vegetation in the Southeastern Brazil during the Late Holocene. **Journal of Archaeological Science**, San Diego, **28**(5):471-480.
- SCHEEL-YBERT, R., 2002a. Late Holocene south-eastern Brazilian fisher-gatherer-hunters: environment, wood exploitation and diet. In: THIÉBAULT, S. (Ed.) **Charcoal analysis: methodological approaches, palaeoecological results and wood uses**. **British Archaeological Reports International Series**, Oxford, **1063**:159-168.
- SCHEEL-YBERT, R., 2002b. Vegetation stability in the Brazilian littoral during the late Holocene: anthracological evidence. **Revista Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, **28**(2):315-323.
- SCHEEL-YBERT, R. (No prelo). Os sambaquieiros e o mundo vegetal: meio ambiente, utilização da madeira e alimentação. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE DE ARQUEOLOGIA BRASILEIRA, 11., Rio de Janeiro. **Atas...**
- SCHEEL-YBERT, R.; GOUVEIA, S.E.M.; PESSENDA, L.C.R.; ARAVENA, R.; COUTINHO, L.M. & BOULET, R., 2003. Holocene palaeoenvironmental evolution in the São Paulo State (Brazil), based on anthracology and soil d¹³C analysis. **The Holocene**, Londres, **13**(1):73-81.
- SILVA, J.G. & OLIVEIRA, A.S., 1989. A vegetação de restinga no município de Maricá, RJ. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, **supl.**, **3**(2):253-272.
- SMART, T.L. & HOFFMAN, E.S., 1988. Environmental interpretation of archaeological charcoal. In: HASTORF, C.A. & POPPER, V.S. **Current Paleoethnobotany: Analytical methods and cultural interpretation of archaeological plant remains**. Chicago, London: The University of Chicago Press. p.167-205.
- SMITH, M.A.; VELLEN, L. & PASK, J., 1995. Vegetation history from archaeological charcoals in central Australia: The late Quaternary record from Puritjarra rock shelter. **Vegetation History and Archaeobotany**, Berlin, **4**:171-177.
- SOLARI, M.E., 1990. Estudio antracológico del sitio Punta Baja I (Mar de Otway). **Anales del Instituto de la**

- Patagonia, sér. Ciencias Sociales**, Punta Arenas, **19**:115-120.
- SOLARI, M.E., 1993/94. Estudio antracológico del Archipiélago del Cabo de Hornos y Seno Grandi. **Anales del Instituto de la Patagonia, sér. Ciencias Humanas**, Punta Arenas, **22**:137-148.
- SOLARI, M.E. & VERNET, J.L., 1992. Late glacial and Holocene vegetation of the Corbières based on charcoal analysis at the Cova de l'Espèrit (Salses, Pyrénées orientales, France). **Review of Palaeobotany and Palynology**, Amsterdam, **71**:111-120.
- STERNBERG, H.O'R., 1968. Man and environmental change in South America. In: FITTKAU, E.J.; ILLIES, J.; KLINGE, H.; SCHWABE, G.H. & SIOLI, H. (Eds.) **Biogeography and ecology in South America**. The Hague: Dr. W. Junk N.V. publ. p.413-445.
- STIMELY, G.L. & BLANKENHORN, P.R., 1985. Effects of species, specimen size, and heating rate on char yield and fuel properties. **Wood and Fiber Science**, Madison, **17**(14):477-489.
- TARDY, C., 1998. **Paléoincendies naturels, feux anthropiques et environnements forestiers de Guyane Française du Tardiglaciaire à l'Holocène récent. Approches chronologique et anthracologique**. Montpellier. 493p. Tese (Doutorado em Biologia de Populações e Ecologia), Université des Sciences et Techniques du Languedoc.
- THÉRY-PARISOT, I., 2001. **Économie des combustibles au Paléolithique**. Paris: CNRS. 196p.
- THIÉBAULT, S., 1994. Evolution de la végétation holocène à la Balme de Thuy (Haute-Savoie, France), l'apport de l'antracologie. **Revue de Paléobiologie**, Genève, **13**(2):341-350.
- THIÉBAULT, S., 1997. Early-Holocene vegetation and the human impact in central Provence (Var, France): charcoal analysis of the Baume de Fontbrégoua. **The Holocene**, Londres, **7**(3):343-349.
- THIÉBAULT, S. & VERNET, J.-L., 1987. Macro-restes. In: RENAULT-MISKOVSKI, J. (Ed.) **Géologie de la Préhistoire**. Paris: Association pour l'Étude de l'Environnement Géologique de la Préhistoire, Maison de la Géologie. p.619-634.
- THINON, M., 1978. La pédoanthracologie: une nouvelle méthode d'analyse phytochronologique depuis le néolithique. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, sér. D**, **287**:1203-1206.
- THINON, M., 1979. **Incidence écologique des reboisements du Mont Ventoux (Vaucluse). Aspects floristiques et pédologiques**. Marseille. 117p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Université d'Aix-Marseille, Faculté des Sciences et Techniques de Saint Jérôme.
- THOMPSON, G.B., 1994. Wood charcoals for tropical sites: a contribution to methodology and interpretation. In: HATHER, J.G. (Ed.) **Tropical Archaeobotany. Applications and new developments**. London, New York: Routledge. p.9-33.
- TUSENIUS, M.L., 1989. Charcoal analytical studies on the north-eastern Cape, South Africa. **South African Archaeological Society Goodwin Series**, Cape Town, **6**:77-83.
- VERNET, J.L., 1973. Étude sur l'histoire de la végétation du sud-est de la France au Quaternaire, d'après les charbons de bois principalement. **Paléobiologie Continentale**, Montpellier, **4**(1):1-90.
- VERNET, J.L., 1977. Les macrofossiles végétaux et la paléocologie du Pléistocène. **Bulletin de l'Association Française pour l'étude du Quaternaire**, Paris, **suppl.**, **47**:53-55.
- VERNET, J.L., 1990. Man and vegetation in the Mediterranean area during the last 20,000 years. In: CASTRI, F. DI; HANSEN, A.J. & DEBUSSCHE, M. (Eds.) **Biological invasions in Europe and the Mediterranean Basin**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. p.161-168.
- VERNET, J.L. (Org.), 1992. Les charbons de bois, les anciens écosystèmes et le rôle de l'homme. Actes du Colloque. **Bulletin de la Société Botanique de France**, Paris, **Actual. bot.**, **139**(2/3/4):725p.
- VERNET, J.L., 1997 - **L'homme et la forêt méditerranéenne de la préhistoire à nos jours**. Paris: éditions Errance. 248p.
- VERNET, J.L. & THIÉBAULT, S., 1987. An approach to northwestern Mediterranean recent prehistoric vegetation and ecologic implications. **Journal of Biogeography**, Oxford, **14**:117-127.
- VERNET, J.L.; BAZILE, E. & EVIN, J., 1979. Coordination des analyses anthracologiques et des datations absolues sur charbon de bois. **Bulletin de la Société Préhistorique Française**, Paris, **76**(3):76-79.
- WILLCOX, G.H., 1974. A history of deforestation as indicated by charcoal analysis of four sites in eastern Anatolia. **Journal of the British Institute of Archaeology at Ankara**, Londres, Ankara, **24**:117-133.
- ZALUCHA, L.A., 1982. **Methodology in paleoethnobotany: a study in vegetational reconstruction dealing with the Mill Creek culture of northwestern Iowa**. Madison. 384p. Tese (Doutorado). University of Wisconsin-Madison.