

# ANTRACOLOGIA DE FOGUEIRAS PALEOÍNDIAS DO BRASIL CENTRAL: CONSIDERAÇÕES TECNOLÓGICAS E PALEOETNOBOTÂNICAS SOBRE O USO DE RECURSOS FLORESTAIS NO ABRIGO RUPESTRE LAPA DO SANTO, MINAS GERAIS, BRASIL

JOÃO CARLOS FERREIRA DE MELO JÚNIOR\*

*jcmelo\_wood@hotmail.com*

*Universidade da Região de Joinville, Laboratório de Anatomia Vegetal, Departamento de Ciências Biológicas (UNIVILLE)*

WASHINGTON LUIZ ESTEVES MAGALHÃES\*\*

*wmagalha@cnpf.embrapa.br*

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Embrapa Florestas, Brasília, Brasil*

**RESUMO** O presente trabalho identificou as espécies de madeira sob a forma de carvões recuperados em fogueiras paleoíndias no sítio arqueológico Lapa do Santo - Minas Gerais/Brasil, datadas de 4140±40 a 8900±40 AP. Foram identificados oito táxons, com destaque às espécies ocorrentes nos ambientes de cerrado e mata ciliar. As madeiras analisadas apresentaram características que favorecem seu uso em estruturas de combustão rudimentares, o que indica estratégias de forrageamento para a coleta seletiva de recursos florestais combustíveis com reconhecida qualidade físico-química para queima.

## **PALAVRAS-CHAVE:**

Antracologia, paleoetnobotânica, fogueira pré-histórica, propriedades físico-químicas da madeira

DOI: <http://dx.doi.org/10.7440/antipoda22.2015.07>

\* Doctor, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil. Entre sus publicaciones recientes están: 2015. The use of wood in cultural objects in 19th Century Southern Brazil. *IAWA* 36, pp. 98-116. 2014. AMORIM, M. W. ; SILVEIRA, E. R. . A xiloteca (coleção Joinvillea - JOLw) da Universidade da Região de Joinville. *Rodriguésia* 65, pp. 1057-1060. 2013. Gomes-Silva, E. y Ouriques, Michele Moraes . Aspectos anatómicos e etnobotânicos de artefatos zoomórficos em madeira Guarani-Mbyá do aldeamento Pindoty, *Araquari/SC. Ciência e Cultura (Barretos)* 9, pp. 47-57.

\*\* Posdoctor, University of Nottingham, Inglaterra. Entre sus Publicaciones recientes están: 2014. LENGOWSKI, E. C.; Muniz, Graciela Inez Bolzon ; Nisgoski, Silvana y Magalhaes, W. L. E. . Avaliação de métodos de obtenção de celulose com diferentes graus de cristalinidade. *Scientia Forestalis (IPEF)* 41, pp. 185-194. 2014. Mattos, Bruno D.; Misso, André L. ; De Cademartori, Pedro H.G. ; De Lima, Edson A. ; Magalhães, Washington L.e.; Gatto, Darci A. Properties of polypropylene composites filled with a mixture of household waste of mate-tea and wood particles. *Construction y Building Materials* 61, pp. 60-68. 2014. Lengowski, Elaine Cristina; Nisgoski, Silvana; De Magalhães, Washington Luis Esteves; Capobianco, Gino; Satyanarayana, Kestur Gundappa; De Muñoz, Graciela Inês Bolzon. Characterization of Pinus sp of Needle to Assess Their Possible Industrial Applications. *Journal of Biobased Materials and Bioenergy* 8, pp. 192-201.

## ANTRACOLOGÍA DE HOGUERAS PALEOINDÍGENAS DEL CENTRO DE BRASIL: CONSIDERACIONES TECNOLÓGICAS Y PALEOETNOBOTÁNICAS SOBRE EL USO DE LOS RECURSOS EN EL REFUGIO DE PIEDRA LAPA DO SANTO, MINAS GERAIS, BRASIL

**RESUMEN** El presente artículo identifica las especies de madera bajo la forma de carbón recuperadas en hogueras paleoindígenas en el sitio arqueológico Lapa do Santo-Minas Gerais/Brasil, con fecha de 4140+-40 a 8900+-40 AP. Se han identificadas ocho maderas con destaque a las especies ocurrentes en los ambientes de cerrado y bosque ribereño. Las maderas analizadas presentaron características que favorecieron su uso en estructuras de combustión rudimentarias, lo que señala estrategias de forrajeo para la recolección selectiva de recursos forestales combustibles con reconocida calidad físico-química para la quema.

**PALABRAS CLAVE:**

Antracología, paleoetnobotánica, hoguera paleoindígena, propiedades físico-químicas de la madera.

## ANTHRACOLOGY OF PALEO-INDIAN BONFIRES IN CENTRAL BRAZIL: TECHNOLOGICAL AND PALEOETHNOBOTANICAL CONSIDERATIONS REGARDING THE USE OF FOREST RESOURCES IN LAPA DO SANTO ROCKSHELTER, MINAS GERAIS, BRAZIL

**ABSTRACT** This study identified the species of wood in charcoal recovered from Paleo-Indian bonfires in the Lapa do Santo archaeological site, Minas Gerais / Brazil, dated 4140 ± 40-8900 ± 40 AP. Eight different species of wood were identified, mainly species occurring in *cerrado* environments and gallery forests. The different types of wood analyzed presented characteristics that would have favored their use in rudimentary structures for combustion, indicating foraging strategies for the selective collection of forest resources for fuel wood possessing physical and chemical properties known to facilitate burning.

**KEY WORDS:**

Anthracology, paleoethnobotany, prehistoric bonfires, physical and chemical properties of wood

# ANTRACOLOGIA DE FOGUEIRAS PALEOÍNDIAS DO BRASIL CENTRAL: CONSIDERAÇÕES TECNOLÓGICAS E PALEOETNOBOTÂNICAS SOBRE O USO DE RECURSOS FLORESTAIS NO ABRIGO RUPESTRE LAPA DO SANTO, MINAS GERAIS, BRASIL

JOÃO CARLOS FERREIRA DE MELO JÚNIOR

WASHINGTON LUIZ ESTEVES MAGALHÃES

**C**ONHECIDAMENTE O USO de biocombustíveis até os dias atuais é a principal fonte de energia para uma grande parcela da população mundial (Li *et al.*, 2005) e a queima da madeira é uma das práticas mais antigas da humanidade para obtenção direta de energia, inicialmente empregada para aquecimento e cocção de alimentos. A ampliação das formas de manipulação e utilização desse recurso ocupou um papel significativo em termos de estratégias ligadas à produção e ao consumo de energia, e ofereceu às sociedades humanas contribuição significativa para o seu desenvolvimento (Brito, 2007).

Quando encontrados em assembleias concentradas na matriz sedimentar arqueológica, entende-se que os fragmentos de carvão tiveram como origem na queima da madeira em fogueiras construídas em locais previamente limpos antes do último uso ou de curta utilização temporal (Scheel-Ybert *et al.*, 1996), lareiras (Queiroz e Van Leeuwen, 2003), bem como estruturas de combustão que, reconhecidas pela estratigrafia do sítio, ocuparam o mesmo local do terreno durante um grande período. Também podem ser reconhecidos como resultantes da queima de artefatos ou da realização de atividades específicas, como: produção de fumaça para auxiliar a comunicação entre grupos (Sternberg, 1968); cerimônias rituais (Scheel-Ybert, 2004); aquecimento, proteção, iluminação do abrigo, secagem, defumação, processamento de matérias-primas e cozimento (Théry-Parisot, 2001); assamento e moqueação de caças (Alves, 2004).

Estruturas de combustão, cuja arquitetura evidencia a distribuição espacial de fragmentos de rochas de tamanhos e natureza lítica variada em conjunto com carvões de madeira, frutos parcial ou totalmente íntegros, sementes, ossos e outros vestígios de animais, são alvos de vários estudos

arqueológicos com viés etnológico dada a sua associação imediata com a preparação de alimentos. No entanto, estudos realizados em sítios arqueológicos pré-históricos e históricos, espacial e temporalmente distintos, mostram que a preparação de alimentos não está dissociada de outras atividades como, por exemplo, a prática ritual ou o tratamento térmico de matérias-primas (Gonçalves, 2003; Beuclair *et al.*, 2009; Cabral, 2014).

Essas evidências relictuais do cenário da vida cotidiana de sociedades pretéritas, além de subsidiarem a produção de conhecimentos sobre aspectos de sua dieta alimentar e de outras práticas associadas (Araújo, 1998; Alves, 2004; Nakamura, Melo Jr. e Ceccantini, 2010), também são objetos de estudos sobre a tecnologia empregada na construção das estruturas de combustão, sua distribuição espacial e o próprio modo de funcionamento e aproveitamento energético associado (Steiner *et al.*, 1995; Vaquero e Pastó, 2001; Aubry e Sampaio, 2003; Gonçalves, 2003; Schiegl *et al.*, 2004).

O processo de carbonização e os diferentes aspectos físico-químicos e estruturais das madeiras garantem, de um modo geral, distintos rendimentos na queima da lenha e do próprio carvão resultante (Brito e Barrichelo, 1979).

A composição química da madeira exerce influência à medida que substâncias de origem aromática e extrativos (resinas, óleos, graxas, ceras e taninos) promovem uma combustão de maior intensidade e de poder combustível elevado (Pereira *et al.*, 2000).

Entretanto, o conhecimento tecnológico associado com a seleção de recursos vegetais por populações pré-históricas é amplamente dissonante na literatura. A dicotomia entre as hipóteses da seleção de recursos vegetais ou da coleta fortuita é reforçada ao passo que vários autores realizam inferências sobre um possível conhecimento prévio ou não da aplicabilidade desses recursos, a partir da interpretação dos seus dados arqueobotânicos (Théry-Parisot, 2001; Asouti, 2003).

Carvões concentrados em fogueiras, apesar de representarem um espectro pouco diversificado da diversidade florística característica daquele paleoambiente, oferecem um caráter mais fiável para as abordagens e interpretações paleoetnológicas e paleoetnobotânicas (Pearsall, 1983; Thompson, 1994; Chabal *et al.*, 1999; Figueiral, 2005; Mallol *et al.*, 2007).

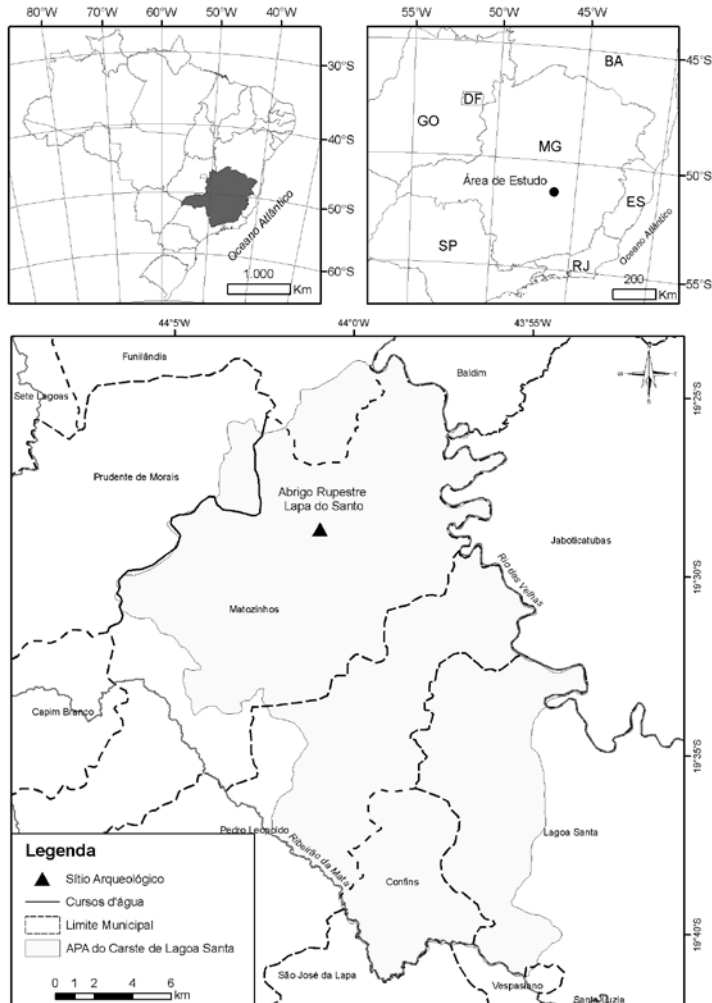
O estudo dos carvões vegetais recolhidos em estruturas de combustão no contexto arqueológico do sítio Lapa do Santo teve como objetivos: a) reconhecer os táxons coletados como lenha para atividades humanas relativas às estruturas de combustão; b) inferir sobre as relações de escolha de recursos vegetais suportadas pelas propriedades físico-químicas da madeira.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Localização e Características do Sítio Arqueológico

O abrigo rupestre Lapa do Santo situa-se no planalto cárstico do município de Matozinhos, Minas Gerais, Brasil, na porção noroeste da APA do Carste de Lagoa Santa, sob as coordenadas geográficas de S 19°28'39,6" e W 44°00'55,9" (Figura 1). A região pertence às províncias fitogeográficas do Cerrado e da Mata Atlântica (Ab'saber, 2007), sendo o Campo Cerrado, a Mata Estacional Semidecidual e a Mata Estacional Decidual as fitofisionomias mais expressivas (IBGE, 1992; Oliveira-Filho e Ratter, 2002).

Figura 1 - Localização do abrigo rupestre Lapa do Santo na APA do Carste de Lagoa Santa, estado de Minas Gerais, Brasil



Fonte: dos autores.

Conforme Araújo *et al.* (2005), trata-se de uma caverna com aproximadamente 930m<sup>2</sup> e ampla área abrigada em sua entrada, cuja cobertura é equivalente a 1.300m<sup>2</sup>. Apresenta piso relativamente plano e seco na porção sul, próxima à entrada, e com forte inclinação em sua porção norte, tornando-se novamente plano nas adjacências de um sumidouro (Figura 2). Uma estratigrafia profunda foi detectada em sondagem realizada nos idos de 2001, com pelo menos 230 cm de sedimento arqueológico ininterrupto.

Escavado desde 2001 na busca de maiores informações sobre os aspectos da ocupação humana com ênfase no período de seca ocorrido durante o Holoceno médio - Hiato do Arcaico, da gênese do sítio e da preservação de vestígios arqueológicos, cerca de 31 quadras arqueológicas foram abertas e foi exposta uma datação de 8880±50 AP a 210cm de profundidade. Nesse sítio não foram reconhecidas fases distintas de ocupação humana por meio das análises sedimentológicas (Araújo *et al.*, 2005).

### **Recuperação e Análise Antracológica**

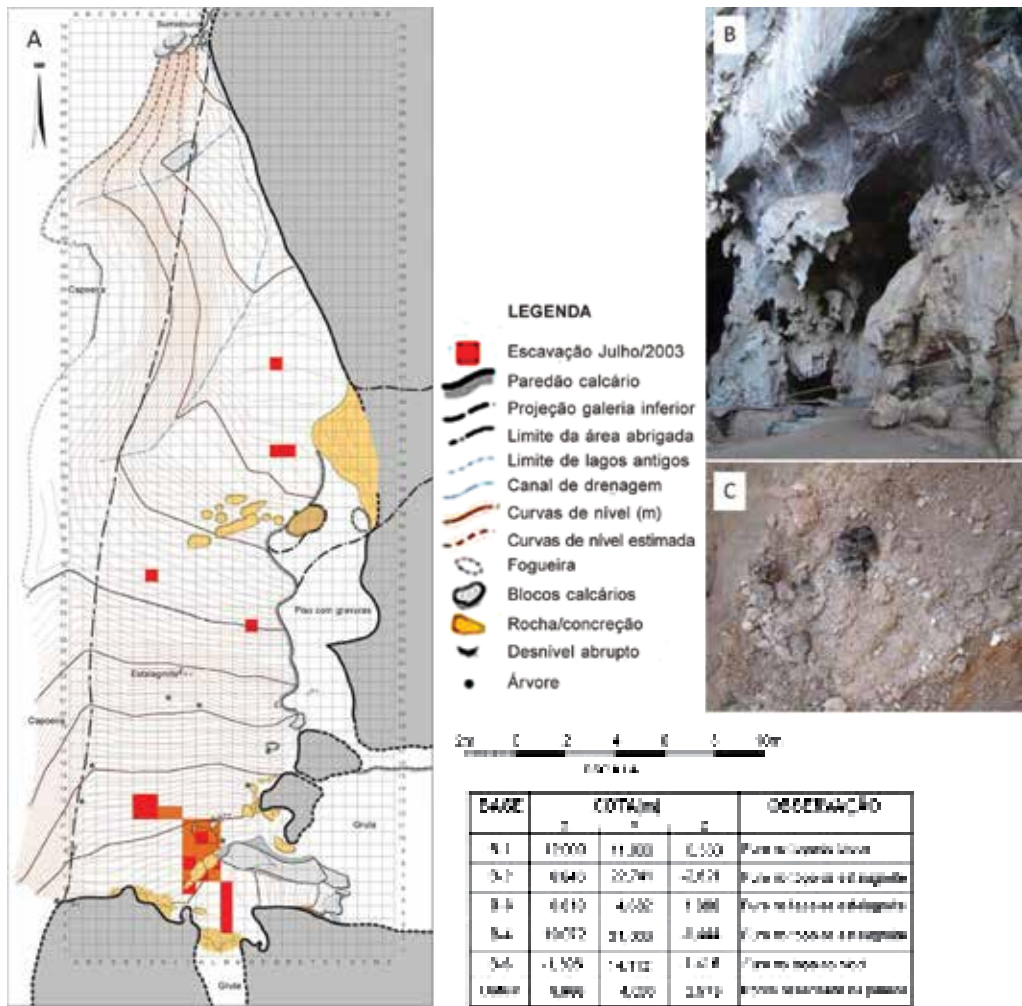
Os vestígios botânicos analisados foram recuperados durante os trabalhos de escavação arqueológica realizados nas quadras M7 e G12 (Figura 2A), uma vez que estas foram as únicas quadras que apresentaram estruturas de combustão bem preservadas no conjunto das 31 quadras abertas no sítio e que o conjunto de quadras J, K e L (Figura 2A) eram destituídos de carvões concentrados. Para tal, foi utilizada a técnica de flotação do sedimento removido em baldes graduados para posterior cálculo do volume total de cada fogueira isolada (Hastorf e Popper, 1988; Pearsall, 2000; Scheel-Ybert *et al.*, 2005-2006). Todas as amostras de fração leve foram pesadas em balança analítica. A datação radiocarbônica foi feita a partir das técnicas de 14C convencional pelo Laboratório BETA Analytic.

O registro de estruturas de combustão foi detectado pela presença de uma zona delimitada por um sedimento esbranquiçado que continha pequenos blocos de rocha, fragmentos concentrados de carvão, sementes e restos de frutos carbonizados, ossos de mamíferos de pequeno porte, artefatos líticos e em osso (Figura 2C). Durante as escavações, a predominância de vestígios relacionados com a alimentação sinalizou que as atividades de preparo e consumo dos alimentos eram possivelmente realizadas na área de recuperação das fogueiras, nominada em trabalho anterior com “cozinha paleoíndia” (Melo Jr. *et al.*, 2008; Melo Jr. e Ceccantini, 2009). As características principais das fogueiras, a quantidade e a qualidade dos carvões usados na identificação das espécies de madeira são mostradas na Tabela 1.

Tabela 1. Características das fogueiras estudadas no sítio arqueológico Lapa do Santo, Minas Gerais, Brasil. Legenda: Co - conchas, Fa - fauna, Fr - fragmentos de rocha, FS - frutos e sementes calcinadas, Li - lascas e instrumentos líticos, IO - instrumentos de osso

Fogueira	Posição	Forma	Volume (L)	Massa de carvão (g)	Nº de Fragmentos de Carvão			Material associado
					Total	Observável	Friável	
1	M7N6	circular	4	11,20	100	70	30	Fr / FS
2	M7N7	elíptica	7	53,8	217	155	62	Li, FS, Fr, IO
3	M7N9	elíptica	5	27,5	184	132	52	Co, Fa, FS, Fr
4	M7N10	elíptica	3	32,2	70	48	22	Fa, Fr, FS
5	M7N11	elíptica	3	75,32	221	176	45	Co, Fa, Fr, FS
6	G12N27	circular	2	13,56	93	68	25	Fa, Fr, FS
Totais			24	213,58	885	649	236	

Figura 2. Abrigo rupestre Lapa do Santo. A: croqui das quadras de escavação. B: vista frontal do abrigo. C: estrutura de combustão



Fontes: A - Laboratório de Estudos Evolutivos Humanos - USP; B - dos autores.

A análise da estrutura anatômica dos carvões foi obtida por meio da fragmentação manual das amostras com distintas classes de tamanho em três planos: transversal, longitudinal tangencial e longitudinal radial e posterior observação em microscópio óptico de luz refletida (MRF, Figura 3) (Miskovsky, 1987). Micrografias produzidas em câmera acoplada ao MRF foram utilizadas para a biometria de elementos celulares da madeira em software Dino-Eye (Anmo Eletronics Corporation). A descrição dos caracteres da madeira, passíveis de observação em microscopia óptica em aumentos de 40 a 1000x, presentes nas amostras de carvão arqueológico foi baseada na terminologia sugerida pela IAWA (1989).

A determinação taxonômica das amostras foi baseada na descrição das estruturas preservadas nos carvões e por comparação em coleção antracológica de referência (Xiloteca JOIw - Univille) composta pelo lenho de espécies coletadas nas fitofisionomias do entorno do sítio arqueológico. Descrições de obras de referência também foram consultadas (Record e Hess, 1943; Metcalfe e Chalk, 1950; Détienne e Jacquet, 1983; Mainieri e Chimelo, 1989), assim como a base de dados Inside Wood para a confirmação dos caracteres.

144

### **Análise Físico-química da Madeira**

Para as análises de produção do carvão vegetal e caracterização físico-química da madeira, foram utilizadas amostras de casca e lenho *in natura* componentes da mesma coleção de referência carbonizada e correspondentes aos táxons identificados. Para tanto, os segmentos de caule foram descascados e cortados em discos de aproximadamente 2,5 cm de espessura, dos quais se obtiveram cavacos em forma de cunha com ângulo de 30°. A densidade básica foi determinada pelo método da balança hidrostática (Norma ABCP M 14/70; Foelkel *et al.* 1971). A parte destinada às análises químicas quantitativas foi precedida da transformação do cavaco em serragem por meio de um moinho tipo While, sendo o teor de extrativos totais obtido pela Norma ABCP M3/69 e o de lignina pela Norma ABCP M 10/71 (Gomide e Demuner, 1986). O poder calorífico da madeira foi mensurado pelo método da bomba calorimétrica (Norma NBR 8633), enquanto para a obtenção do teor de cinzas seguiu-se a Norma ABCP M 11/77. A extração e moagem da casca permitiram a determinação da densidade básica, poder calorífico e teor de cinzas. As mensurações foram realizadas em duplicatas.

Testes estatísticos de Pearson foram empregados a fim de se verificar possíveis correlações entre as variáveis abordadas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A assembleia de carvões recuperados pela flotação do sedimento das fogueiras isoladas durante a escavação arqueológica totalizou 885 fragmentos, dos quais



26,67% mostraram-se friáveis e com dimensões inadequadas para se inferir sobre a identidade botânica de espécies folhosas tropicais. Desse total, cerca de 649 possuíam boas dimensões para a obtenção manual de um plano anatômico de observação fiável (Tabela 1).

Conforme Scheel-Ybert (2001), a análise antracológica de carvões provenientes de espécies de regiões tropicais é somente possível em fragmentos com dimensões iguais ou superiores a 4mm em virtude de reunirem informações anatômicas minimamente satisfatórias para a identificação taxonômica.

A datação radiocarbônica obtida para a fogueira mais profunda (6, Tabela 1), localizada na quadra G12 a aproximadamente -260cm, foi de  $8900 \pm 40$  AP, enquanto a mais superficial (1), situada na quadra M7 a -78,8cm, foi de  $4140 \pm 40$  AP. As fogueiras localizadas em níveis intermediários àquelas datadas denotam ser estruturas expressivas dada sua litragem e número de fragmentos de carvão, o que pode predizer que o sítio arqueológico também foi um cenário de ocupação importante durante o Holoceno médio.

A estrutura anatômica dos carvões analisados coincide com a estrutura do lenho de espécies típicas do cerrado brasileiro, mas que também podem ocorrer em matas ciliares e formações de transição como o cerradão. Dadas a similaridade estrutural da madeira entre espécies pertencentes ao mesmo gênero ou à mesma família e a reconhecida limitação da anatomia da madeira para a apuração de táxons em nível de espécie, a flora representada pelos carvões estudados (Figuras 3 e 4) é descrita a seguir organizada por família.

#### Família Anacardiaceae

##### *Myracrodruon sp.*

Descrição anatômica: camada de crescimento indistinta. Vasos difusos, solitários e múltiplos (2-5), diâmetro tangencial de 50-100 $\mu$ m; frequência de 5 a 20 vasos por mm<sup>2</sup>, placa de perfuração simples, pontoações intervasculares alternas, tilose comum. Fibras septadas. Parênquima axial paratraqueal escasso e vasicêntrico. Raios 1-3 seriados, heterogêneos com corpo formado por células procumbentes e 2-4 fileiras de células marginais quadradas ou eretas. Cristais prismáticos presentes em células de raio.

#### Família Apocynaceae

##### *Aspidosperma sp.*

Descrição anatômica: camada de crescimento distinta, marcada por parênquima marginal em linha. Vasos difusos, exclusivamente solitários (> 90%) e raros múltiplos (2-3), diâmetro tangencial de 50-100 $\mu$ m, frequência de 5 a 20 vasos por mm<sup>2</sup>, placa de perfuração simples, pontoações intervasculares

alternas. Fibras não septadas. Parênquima axial apotraqueal difuso, difuso em agregado e em linhas marginais unisseriadas. Raios unisseriados, homogêneos formados por células procumbentes. Estratificação ausente. Cristais em células do parênquima axial.

#### Família Fabaceae

##### *Acacia - Acosmium - Dimorphandra*

Descrição anatômica: camada de crescimento indistinta. Vasos difusos, exclusivamente solitários, diâmetro de 100-200µm, frequência de 5 a 20 vasos por mm<sup>2</sup>, placa de perfuração simples, pontoação intervascular alterna e guarnecida. Fibras não septadas. Parênquima axial aliforme, confluyente em trechos longos, em faixas com mais de 3 células de largura. Raios 1-3 seriados, homogêneos formado por células procumbentes. Estratificação ausente. Cristal prismático em células do parênquima axial.

##### *Dalbergia - Machaerium - Swartzia*

Descrição anatômica: camada de crescimento indistinta. Vasos difusos, solitários e múltiplos de 2-3, diâmetro de 100-200µm; frequência de 5 a 20 vasos por mm<sup>2</sup>, placa de perfuração simples, pontoação intervascular alterna. Fibras não septadas. Parênquima axial vasicêntrico, aliforme losangular, confluyente em trechos curtos, marginal ou aparentemente marginal. Raios 1-2 seriados, heterogêneos com corpo formado por células procumbentes e 2-4 fileiras de células marginais quadradas ou eretas. Estratificação do parênquima axial, vasos e raios. Cristal prismático presente em células do parênquima axial.

##### *Stryphnodendron sp.*

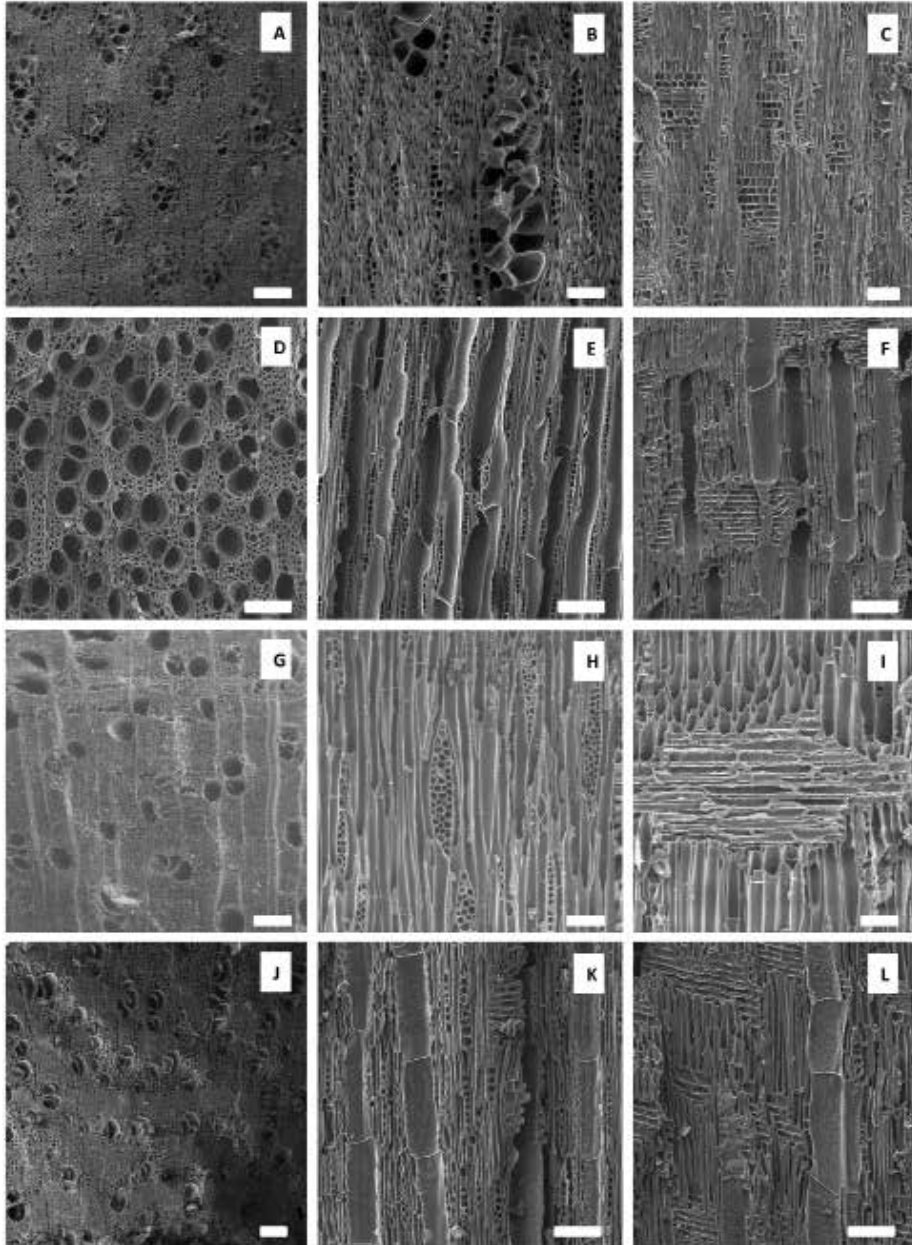
Descrição anatômica: camada de crescimento distinta demarcada por zona fibrosa. Vasos difusos, solitários e raros múltiplos 2-5, diâmetro de 50-100µm, frequência de 40 a 100 vasos por mm<sup>2</sup>, placa de perfuração simples, pontoação intervascular alterna e guarnecida. Fibras não septadas. Parênquima axial para-traqueal vasicêntrico e confluyente. Raios exclusivamente unisseriados, homogêneos formados por células procumbentes. Estratificação ausente. Cristal prismático presente em células do parênquima axial.

#### Família Lythraceae

##### *Prockia sp.*

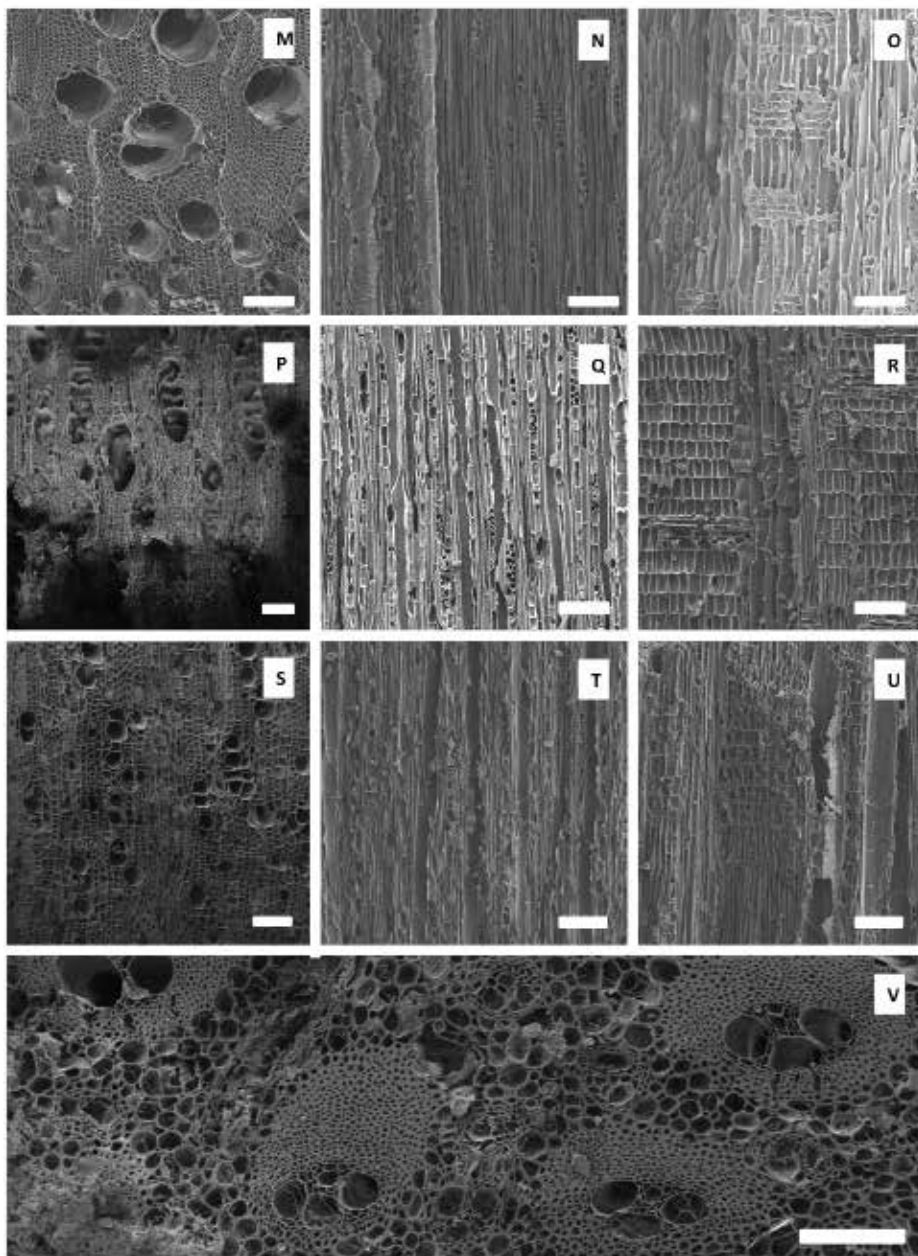
Descrição anatômica: camada de crescimento indistinta. Vasos difusos, maioria múltiplos radiais (2-7), placa de perfuração simples, pontoações intervasculares alternas, diâmetro tangencial menor que 50 µm; frequência de 40 a 100

Figura 3. Micrografias em microscopia eletrônica de varredura dos planos transversal, longitudinal tangencial e longitudinal radial, respectivamente, dos táxons identificados. A - C: *Myracrodunon* sp. D - F: *Aspidosperma* sp. G - I: *Acacia* - *Acosmium* - *Dimorphandra*. J - L: *Dalbergia* - *Machaerium* - *Swartzia*. Barra de escala = 100µm



Fonte: dos autores.

Figura 4. Micrografías en microscopía eletrônica de varredura dos planos transversal, longitudinal tangencial e longitudinal radial, respectivamente, dos táxons identificados. M - O: *Stryphnodendron* sp. P - R: *Prockia* sp. S - U: *Miconia* sp. V: *Guadua* sp. Barra de escala = 100µm.



vasos por mm<sup>2</sup>. Fibras septadas. Parênquima axial escasso ou ausente. Raios (1-3) seriados, heterogêneos com corpo formado por células procumbentes e 4 ou mais fileiras de células marginais quadradas ou eretas. Cristal prismático em células do raio ou do parênquima axial.

#### Família Melastomataceae

##### *Miconia sp.*

Descrição anatômica: camada de crescimento indistinta. Vasos difusos, maioria múltiplos (2-6), placa de perfuração simples, diâmetro tangencial 50-100µm; frequência de 5 a 20 vasos por mm<sup>2</sup>, pontoações intervasculares alternas. Fibras não septadas. Parênquima axial paratraqueal escasso ou ausente. Raios unisseriados, heterogêneos com corpo formado por células procumbentes e 2-4 fileiras de células marginais quadradas ou eretas.

#### Família Poaceae

##### *Guadua sp.*

Descrição anatômica: feixes vasculares com evidência de protoxilema e metaxilema delimitados por calota de fibras esclerenquimáticas e envoltos em parênquima. Floema pouco preservado.

Os carvões identificados representaram uma baixa diversidade taxonômica, sendo a família Fabaceae a mais expressiva em número de táxons. As demais famílias foram representadas por apenas um único táxon. Dentre os táxons encontrados nas fogueiras, os mais representativos são *Myracrodruon* (38,21%), *Dalbergia - Machaerium - Swartzia* (17,72%), *Guadua sp.* (12,79%), *Acacia - Acosmium - Dimorphandra* (10,94%) e *Miconia sp.* (9,09%) (Tabela 2).

Tabela 2. Ubiquidade das amostras de carvão

Táxons	Frequência de carvões / Fogueiras						Totais	Massa (g)	Freq. (%)
	1	2	3	4	5	6			
<i>Acacia - Acosmium - Dimorphandra</i>	4	30	11	-	26	-	71	15,94	10,94
<i>Aspidosperma sp.</i>	8	5	15	-	-	-	28	4,88	4,31
<i>Myracrodruon sp.</i>	15	29	14	24	98	68	248	60,36	38,21
<i>Prockia sp.</i>	-	9	-	-	-	-	9	1,76	1,39
<i>Dalbergia - Machaerium - Swartzia</i>	20	25	46	24	-	-	115	22,55	17,72
<i>Guadua sp.</i>	23	31	7	-	22	-	83	16,28	12,79
<i>Miconia sp.</i>	-	19	20	-	20	-	59	13,93	9,09
<i>Stryphnodendron sp.</i>	-	7	19	-	10	-	36	6,54	5,55
Total	70	155	132	48	176	68	649	157,97	100

Conforme o ranqueamento expresso pela frequência dos táxons demonstrado na Tabela 2, o registro de poucos táxons associado com a prevalência de determinadas madeiras fortalece a ideia de um modelo de aquisição de recursos baseado na seleção, cujas plantas utilizadas como lenha estão relacionadas com o conhecimento sobre as propriedades combustíveis de recursos florestais pelas populações pretéritas. Todos os táxons identificados são comuns nos ambientes de cerrado, incluídas as formações de cerrado *sensu stricto*, cerrado e mata ciliar.

Além de a Antracologia dar suporte à reconstrução de paisagens e floras do passado (Figueiral, 1998), grande aporte é dado aos estudos que questionam como e por que as pessoas talvez possam selecionar espécies madeiráveis para finalidades específicas (Pearsall, 1983). Trabalhos paleoetnobotânicos feitos com macrorrestos vegetais não carbonizados corroboram essa ideia à medida que constatarem aplicações de essências vegetais intimamente associadas com determinadas propriedades tecnológicas equiparadas de forma análoga com a manipulação de plantas por populações tradicionais atuais (Ceccantini e Gusella, 2001; Peixe, Melo Jr. e Bandeira, 2007).

A inexistência de outros táxons pode estar relacionada com fatores tafonômicos, ao passo que muitas madeiras em combustão não se preservam na forma de carvão e transformam-se rapidamente em cinzas. Brito e Barrichelo (1981) informam que, à medida que o processo de carbonização evolui e atinge temperaturas iguais ou superiores a 600°C, a formação de gases resultantes da queima diminui e o carvão começa a se dissociar. Isso significa que, além dos condicionantes da preservação de vestígios vegetais apontados por Pearsall (1988), as características anatômicas também influenciam na durabilidade do táxon (Ford, 1988; Butterfield, 2003).

Figueiral (2005), ao discutir a questão da quantificação nas análises de carvões arqueológicos, ressalta para os sítios portugueses que os resultados parecem não apresentar provas concretas sobre o uso indiscriminado de todos os recursos lenhosos disponíveis localmente em virtude de lacunas sobre a tafonomia dos carvões e não por uma escolha seletiva de madeiras. Contudo, deixa claro que não é possível ignorar a hipótese, em certos casos, da obtenção de recursos estar condicionada ao próprio comportamento seletivo do homem.

Outro viés interpretativo apontado por Théry-Parisot (2001) diz que a escolha da madeira está mais relacionada com o estado de conservação e a morfologia da lenha a ser coletada do que com suas propriedades combustíveis, dada a facilidade de se obter quantidades consideráveis de galhos e ramagens de árvores por queda natural sobre o chão dos ambientes contíguos aos locais de ocupação de humana (Vernet, 1973; Chabal, 1991).

Vários são os fatores que servem para caracterizar a qualidade do material lenhoso visto que essa avaliação é multifacetada e depende da aplicação pretendida. A avaliação da qualidade se origina da interação entre a observação e o julgamento de determinadas características, baseadas em grande parte na experiência subjetiva (Savidge, 2003) e também de propriedades da madeira que resultam da combinação de sua morfologia, anatomia e composição química (Pereira *et al.*, 2003).

Análises antracológicas desenvolvidas por Marston (2009), num sítio situado na atual Turquia, sugerem que o emprego de certas espécies de madeira para queima e construção reflete nitidamente um uso preferencial e demonstra que o modelo ecológico baseado na escolha pode ajudar a distinguir as múltiplas estratégias de aquisição de madeiras e seu uso potencial no passado.

Estudos realizados por Ramos *et al.* (2008) com populações tradicionais da caatinga brasileira revelam que a seleção de espécies para queima é justificada pelas propriedades físicas e pelo potencial combustível do material lenhoso.

A estrutura histológica e a química do xilema são propriedades que determinam a qualidade das madeiras e permitem sua utilização para os mais variados fins (Truguilho, 2009). Estudos sobre a qualidade energética de essências florestais indicam que as propriedades físicas e químicas do lenho estão intimamente associadas com a qualidade do material combustível (Pereira *et al.*, 2000).

A Tabela 3 exhibe os parâmetros físico-químicos quantitativos para as espécies de madeira da flora atual típicas de ambientes de cerrado, as quais podem trazer de forma aproximada aos táxons identificados uma noção de suas propriedades combustíveis. As espécies utilizadas para a caracterização mostrada na Tabela 3 correspondem àquelas de maior abundância em diferentes formações do bioma cerrado no Brasil central (Freire, 2011).

De acordo com dados exibidos na Tabela 3, percebe-se que a densidade básica das madeiras utilizadas apresenta variação de 0,48 a 0,74 g/cm<sup>3</sup>, enquanto a da casca variou de 0,30 a 0,65 g/cm<sup>3</sup>; *Acosmium* (0,74 g/cm<sup>3</sup>), *Myracrodruon* e *Machaerium* (0,67 g/cm<sup>3</sup>) e *Miconia* (0,65 g/cm<sup>3</sup>) destacaram-se com os maiores valores para madeira. Em média, a densidade básica foi considerada moderada com 0,57 g/cm<sup>3</sup>. Os valores referenciais citados para *Guadua* foram extraídos da literatura uma vez que a coleção de referência não possui coleta de representantes de Ppaceae - Bambusoidae.

Dentre os índices que caracterizam a qualidade da madeira, destaca-se a densidade básica, propriedade física de grande variação entre as espécies florestais (Vital, 1984). Como quantificação direta do material lenhoso, a densidade é resultante da interação entre fatores químicos e anatômicos da madeira (García, 1995).

Vários estudos têm demonstrado a existência de relação entre a densidade básica da madeira e os caracteres anatômicos (Barrichelo e Brito, 1976; Oliveira, 1988; Vital *et al.*, 1994), dentre os quais se destacam as fibras como elemento celular normalmente associado com a sustentação mecânica (Burger e Richter, 1991), cuja espessura da parede está fortemente relacionada com essa propriedade física (Mallan, 1995).

Tabela 3. Propriedades físico-químicas da madeira e da casca de espécies arbóreas abundantes em formações de cerrado no entorno do sítio arqueológico estudado e mais próximas aos táxons identificados nos carvões.

Legenda: Db - densidade básica; Tex - teor de extrativos totais; TLg - teor de lignina; PC - poder calorífico superior; TCz - teor de cinzas

Táxons	Espécies	Madeira					Casca		
		Db (g/cm <sup>3</sup> )	Tex (%)	TLg (%)	PC (kJ/kg <sup>1</sup> )	TCz (%)	Db (g/cm <sup>3</sup> )	PC (kJ/kg <sup>1</sup> )	TCz (%)
Acacia - Acosmium - Dimorphandra	<i>A. glomerosa</i>	0,61	3,2	17,6	17,757	0,92	0,62	11,052	6,73
	<i>A. dasycarpum</i>	0,74	6,3	22,3	20,073	0,41	0,54	18,560	3,55
	<i>D. molis</i>	0,59	8,0	27,7	19,738	0,72	0,57	20,786	0,66
<i>Aspidosperma</i> sp.	<i>A. tomentosum</i>	0,48	8,5	25,8	17,672	6,30	0,30	25,012	0,29
<i>Myracrodruon</i> sp.	<i>M. urundeuva</i>	0,67	4,9	20,3	19,067	1,45	0,65	17,976	6,50
<i>Prockia</i> sp.	<i>P. crucis</i>	0,54	4,7	25,6	19,121	1,77	0,36	15,632	10,53
Dalbergia - Machaerium - Swartzia	<i>D. miscolobium</i>	0,54	5,4	28,3	19,131	0,80	0,43	16,615	2,61
	<i>M. opacum</i>	0,67	3,1	28,3	18,990	0,59	0,35	21,371	0,93
<i>Guadua</i> sp.*	<i>Guadua</i> sp.	0,54	19,0	20,6	27,154	12,3			
<i>Miconia</i> sp.	<i>M. ferruginata</i>	0,65	10,6	36,6	19,074	0,75	0,41	18,042	4,67
<i>Stryphnodendron</i> sp.	<i>S. adstringens</i>	0,50	8,9	35,0	19,440	0,99	0,50	20,821	0,69

\* dados referências obtidos em Azzini *et al.* (1977) e Brito *et al.* (1987)

Apesar as madeiras mais densas tenderem a ser mais propícias para a produção de carvão, Vale *et al.* (2002), os quais analisam espécies lenhosas do cerrado brasileiro, sugerem que a escolha preferencial de madeiras com massas



específicas não muito elevadas para a cocção de alimentos torna-se mais adequada quando empregadas de forma rudimentar ante aquelas madeiras mais densas e difíceis de queimar ou ainda aquelas de baixa densidade que implicam uma queima rápida e menor produção de energia.

Vários experimentos sobre a qualidade do carvão de espécies vegetais ocorrentes em diferentes ecossistemas brasileiros demonstraram que densidades entre 0,50 e 0,80 g/cm<sup>3</sup> facilitam o início da queima ao mesmo tempo em que a tornam mais lenta, o que favorece a preparação do alimento devido à grande perda de calor em estruturas de combustão mais rudimentares (Vale, *et al.*, 2002; Oliveira *et al.*, 2006). Conforme Goldemberg (1998), apenas 10% da energia contida na lenha é convertida em energia útil na cocção.

No estudo arqueobotânico realizado por Ceccantini (2002) no abrigo rupestre de Santa Elina (Mato Grosso, Brasil) com material lenhoso não carbonizado, os táxons identificados apontaram o emprego de madeiras de baixa e alta densidade, o que induz o autor a levantar a hipótese de que havia algum interesse e conhecimento sobre a resistência mecânica e durabilidade natural desse recurso.

O poder calorífico das madeiras variou de 17,672 a 19,738 kJ/kg<sup>-1</sup>. A média para os táxons analisados foi 19,029 kJ/kg<sup>-1</sup> e a espécie com maior poder calorífico foi *Dimorphandra molis*, excetuando-se o bambu. O gênero *Guadua* apresentou valor superior à média (27,154 kJ/kg<sup>-1</sup>). Analisando 47 espécies de um área de cerrado em Brasília (DF, Brasil), Vale e Felfili (2005) obtiveram valores de poder calorífico entre 18,903 e 20,888 kJ/kg<sup>-1</sup>, fator considerado de alto potencial para produção de energia e carvão. Brito *et al.* (1987) afirmam que o bambu é um significativo recurso natural com rápido crescimento vegetativo e rendimento energético superior ao da madeira.

O poder calorífico é positivamente correlacionado com a densidade do carvão vegetal (Vale *et al.*, 2001). Carvões oriundos de madeiras de elevada densidade possuem maior resistência mecânica e maior capacidade calorífica por unidade de volume (Martins e Brito, 1996).

A densidade e o poder calorífico não devem, porém, ser considerados como um parâmetro isolado da qualidade da madeira, pois outros fatores como a constituição química também têm influência significativa. Os materiais estudados apresentaram valores médios para o teor de lignina de 28,45%, de 6,76% para os extrativos totais e 1,67% para as cinzas.

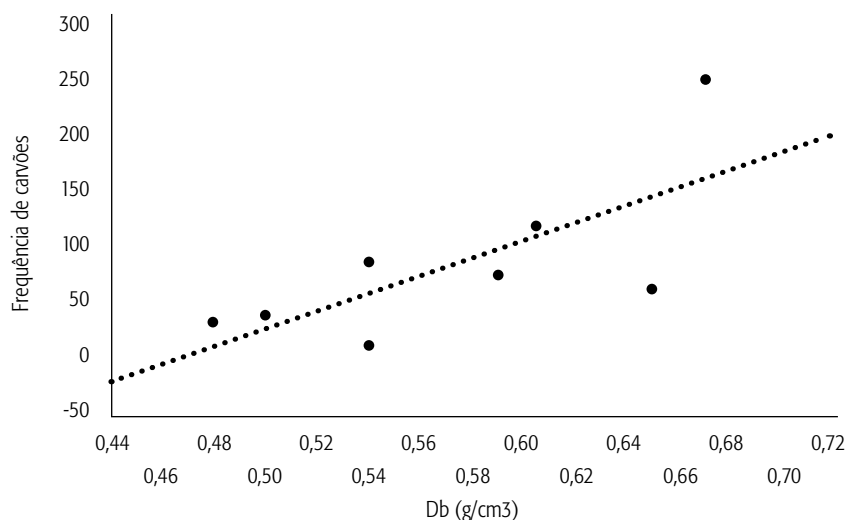
A lignina, cuja abundância na madeira pode variar de 15 a 30% (Rowel *et al.*, 2005), e os extrativos, que incluem uma grande variedade de compostos químicos poliméricos que representam entre 4 a 10% da massa da madeira seca (Morais, *et al.*, 2005), são importantes constituintes das paredes celulares do

lenho. Já as cinzas é a fração que permanece como resíduo após a combustão, cujo teor inferior a 3% indica um bom carvão vegetal (FAO, 1983).

Quanto mais elevados esses teores maior será o poder de combustão da madeira e seu potencial calorífico (Quirino *et al.*, 2005). Santos (2008), ao analisar espécies lenhosas do cerrado brasileiro, encontrou valores superiores à média ( $28 \pm 2\%$ ) para o teor de lignina de folhosas: para *D. miscolobium* aproximam-se de 32,31% e 27,78% em *S. adstringens*. O teor de lignina está diretamente relacionado com o índice de carbono fixo que, por sua vez, influencia na queima mais lenta da madeira, situação que também pode ser vantajosa para a cocção de alimentos (Vale *et al.*, 2002).

Para melhor combustão, o conteúdo energético da madeira é o fator mais importante e está ligado à densidade, teor de lignina e extrativos nela contidos. Os resultados obtidos, quando analisados conjuntamente, sugerem que o incremento da densidade da madeira apresenta uma correlação positiva e estatisticamente significativa em relação com a frequência dos carvões arqueológicos com  $r=0,72$  (Figura 5). Essa tendência, apesar de difícil quantificação em virtude das diversas variáveis que cercam a questão, como a própria tafonomia dos carvões, não deixa de apontar para uma provável estratégia de aquisição e seleção de recursos vegetais para produção de energia em estruturas de combustão. Além disso, não é possível desconsiderar a hipótese de a coleta da lenha estar associada com a abundância das espécies no ambiente pretérito.

Figura 5. Correlação entre densidade da madeira e frequência de carvões arqueológicos



Fonte: dos autores

Para Ceccantini (2002), a interpretação sobre a escolha de madeiras não deve ser restrita somente ao conhecimento atual sobre as suas características, mas também deve-se considerar a preferência ecológica de cada madeira e a sua possível disponibilidade nos ecossistemas que compunham a flora do passado. Igualmente outras variáveis como: distribuição geográfica do recurso, frequência da madeira naquela flora, acessibilidade e deslocamento no ecossistema, tempo destinado à coleta e a própria classificação supostamente atribuída ao material pelo grupo coletor devem ser agregadas.

Utilizando informações de cunho etnobotânico por meio de documentos indígenas sobre o uso de combustíveis no século XVI, dados arqueológicos obtidos pela antracologia em sítios pré-históricos e ensaios etnológicos com populações tradicionais atuais do vale Mantaro no Perú, Johannessen e Hastorf (1990) concluem que: a frequência na utilização de espécies está relacionada proporcionalmente com a finalidade desejada; estruturas de caules, rizomas, gramíneas, esterco e espigas de milho presentes nas amostras obtidas representaram recursos para queima; houve significativa mudança nas estratégias de obtenção de recursos à medida que espécies vegetais foram introduzidas e aclimatadas na região no período histórico.

Estudos etnobotânicos realizados com populações rurais africanas por Abbot e Lowore (1999) indicam que a predileção pelo uso de certas espécies de madeiras para fins combustíveis está ancorada por um conjunto de fatores ecológicos que garante às plantas portadoras de boas propriedades para queima um crescimento rápido e vigoroso.

Ramos *et al.* (2008), ao associarem informações sobre as propriedades físico-químicas de madeiras da caatinga com dados etnobotânicos, afirmam que uso preferencial de certas espécies baseia-se em aspectos qualitativos como conhecidos pela população de forma experimental, o que inclui, dentre outros aspectos, a rápida ignição, a longa duração da lenha, o poder calórico, a facilidade de obtenção do recurso e pouca produção de fumaça e cinzas. Os autores destacam entre outras plantas o uso importante de *Myracrodruon urundeuva* (aroeira-do-sertão), espécie também amplamente observada nos carvões arqueológicos deste trabalho.

Nessa perspectiva, os desafios para a elaboração de modelos que tentam explicar a obtenção de recursos por populações pretéritas a partir de vestígios arqueológicos são evidentes e os trabalhos ainda são poucos. A maioria dos estudos não detém tratamento metodológico que permita quantificações precisas, mas se vale de aproximações etnográficas, simulações e proposições que exploram hipóteses fundamentadas na interpretação de variáveis para compreender o comportamento de forrageamento seletivo desenvolvido por populações humanas pretéritas num determinado cenário arqueológico (Zeanah, 2004; Bird *et al.*, 2009).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os táxons puderam ser identificados mediante a boa conservação da estrutura anatômica dos carvões. A composição química e física das madeiras dos táxons identificados sugere o uso de madeiras de alto poder calorífico e combustível, principalmente no que tange à forma rudimentar de cocção de alimentos, atividade essencial para sobrevivência de populações pretéritas. Propriedades físicas como a densidade básica da madeira correlaciona-se positivamente com a frequência dos carvões arqueológicos. Aproximações etnológicas e etnobotânicas com populações tradicionais atuais suportam tendências na estratégia de aquisição de recursos lenhosos para queima por populações pretéritas de Lagoa Santa. Essas informações fortalecem a hipótese de que havia seleção de espécies para fins combustíveis por populações paleoíndias e que o abrigo rupestre estudado sofreu ocupação durante o período do hiato do arcaico. Há ainda outras perspectivas que merecem destaque no intuito de aclarar aspectos do modo de vida das sociedades humanas e a sua relação com a flora, o que deve permear os trabalhos arqueobotânicos ocidentais numa tentativa de ampliar suas interpretações (Lipp, 2002). ✱

156

\*\*\*

Agradecimentos: Ao Dr. Walter Alves Neves (LEEH - USP) por oportunizar a participação no projeto temático “Origens e Microevolução do Homem na América: uma abordagem paleoantropológica III”. Ao Dr. Gregório Ceccantini (USP) pelas orientações, críticas e sugestões ao trabalho.

## REFERÊNCIAS

1. Abbot, Patrick e Jimmy Lowore. 1999. Characteristics and management potential of some indigenous firewood species in Malawi. *Forest Ecology and Management* 119, pp. 111-121.
2. Ab'saber, Aziz Nacib. 2007. *Os Domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas*. São Paulo, Ateliê Editorial.
3. Azzini, Anísio, Dirceu Ciaranello e Violeta Nagai. 1977. Densidade básica e dimensões das fibras em bambus do gênero *Guadua*. *Bragantia* 36, pp. 1-5.
4. Alves, Márcia Angelina. 2004. Estratigrafia, estruturas arqueológicas e cronologia do sítio Água Limpa, Monte Alto, São Paulo. *Revista do Museu de Arqueologia de Xingó* 4, pp. 283-324.
5. Araújo, Ana Cristina. 1998. O conhecimento de Toledo (Lourinha) no quadro das adaptações humanas do pós-glaciar no litoral da Estremadura. *Revista Portuguesa de Arqueologia* 1(2), pp. 19-38.
6. Araújo, Astolfo Gomes Melo; Walter Alves Neves; Luiz Piló e João Paulo Atui. 2005. Holocene dryness and human occupation in Brazil during the "Archaic Gap". *Quaternary Research* 64, pp. 298-307.
7. Asouti, Eleni. 2003. Wodland vegetation and fuel exploration at the prehistoric campsite of Pinarbasi, south-central Anatolia, Turkey: the evidence from the wood charcoal macro-remains. *Journal of Archaeological Science* 30, pp. 1185 - 1201.
8. Aubry, Thierry e Jorge Sampaio. 2003. Remontagem de rochas termo-alteradas: um meio de reconstrução dos modos de funcionamento de estruturas de combustão no sítio da Olga Grande 4 (Almendra, Vila Nova de Foz Côa). Em *Paleoecologia Humana e Arqueociências: Um programa multidisciplinar para a arqueologia sob a tutela da cultura*, eds. José Mateus, Marta Moreno-García, pp. 331-335. Lisboa. Instituto Português de Arqueologia (Trabalhos de Arqueologia 29).
9. Barrichelo, Luiz Ernesto George e José Otávio Brito. 1976. *A madeira das espécies de eucalipto como matéria prima para a indústria de celulose e papel*. Brasília/DF, PRODEPEF.
10. Beudclair, Mariana, Rita Schell-Ybert, Gina Faraco Bianchini e Angela Buarque. 2009. Fire and ritual: bark hearths in South-American Tupiguarai mortuary rites. *Journal of Archeological Science* 36, pp. 1409-1415.
11. Bird, Douglas, Rebecca Bird Bliege e Brian Coddling. 2009. In pursuit of mobile prey: Martu hunting strategies and archaeofaunal interpretation. *American Antiquity* 74, pp. 3-29.
12. Brito, José Otávio. 2007. O uso energético da madeira. *Estudos Avançados* 21(59), pp. 185-193.
13. Brito, José Otávio; Mário Tomazello-Filho e Antonio Luiz Barros Salgado. 1987. Produção e caracterização do carvão vegetal de espécies e variedades de bambu. *IPEF* 36, pp. 13-17.
14. Brito, José Otávio e Luiz Ernesto George Barrichelo, 1981. Considerações sobre a produção de carvão vegetal com madeiras da Amazônia. *IPEF* 2 (5), pp. 1-25.
15. Brito, José Otávio e Luiz Ernesto George Barrichelo, 1979. Usos diretos e propriedades da madeira para a geração de energia. *IPEF* 52, pp. 1-4.
16. Brito, José Otávio e Luiz Ernesto George Barrichelo. 1977. Correlações entre características físicas e químicas da madeira e a produção de carvão vegetal. 1. densidade e teor de lignina da madeira de eucalipto. *IPEF* 14, pp. 9-20.
17. Burger, Luzia Maria e Richter Hans George. 1991. *Anatomia da madeira*. São Paulo, Nobel.
18. Butterfield, Brian. 2003. Wood anatomy in relation to wood quality. In *Wood quality and its biological basis*, orgs. John Barnett e George Jeronimidis, pp. 30-52. Oxford, Blackwell Publishing.

19. Ceccantini, Gregório 2002. Madeiras arqueológicas do abrigo rupestre Santa Elina-MT. Tese 135f. (Doutorado em Botânica). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.
20. Ceccantini, Gregório e Luciana Witowisk Gussella. 2001. Os Novelos de Fibras do Abrigo Rupestre Santa Eliana (Jangada, MT, Brasil): Anatomia Vegetal e Paleoetnobotânica. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia* 11, pp. 189-200.
21. Cabral, Diogo Carvalho. 2014. *Na presença da floresta: mata atlântica e história colonial*. Rio de Janeiro, Garamond.
22. Chabal, Lucie. 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. Tese de Doutorado. 435 f. Universidade de Montpellier.
23. Chabal, Lucie, Laurent Fabre, Jean Frédéric Terral e Isabelle Théry-Parisot. 1999. L'anthracologie. Em *La botanique*, org. A. Ferdière, Paris, Errance.
24. Détienne, Pierre e Paulette Jacquet. 1983. *Atlas d'identification des bois de l'Amazonie et des régions voisines*. Centre Technique Forestier Tropical, France.
25. Food and Agriculture Organization. 1983. *Métodos simples para fabricar carbón vegetal*. Montes, FAO.
26. Figueiral, Isabel 2005. Quantification in charcoal analysis? Yes, but not always. Examples from problematic portuguese sites. VI Congresso Ibérico de Arqueometria. *Avances em Arqueometria*, pp. 223-228.
27. Figueiral, Isabel 1998. O abrigo da Pena d'Água (Terras Novas): a contribuição da antracologia. *Revista Portuguesa de Arqueologia* 1, pp. 73-79.
28. Foelkel, Celso Edmundo Bochetti; Maria Aparecida Mourão Brasil e Luiz Ernesto George Barrichelo. 1971. Métodos para determinação da densidade básica de carvões para coníferas e folhosas. *IPEF* 2 (3), pp. 65-74.
29. Ford, Richard Irving. 1988. Little things mean a lot quantification and qualification in paleoethnobotany. In *Current Paleoethnobotany: Analytical Methods and Cultural Interpretations of Archaeological Plant Remains*, eds. Christine Hastorf e Virginia Popper, pp. 215-222. Chicago, The University of Chicago Press.
30. Freire, Guilherme Queiroz. 2011. Madeiras fósseis holocênicas de Ribeirão da Mata: anatomia ecológica, relações florísticas, e interpretação paleoambiental da região arqueológica de Lagoa Santa, MG. Tese 238f. (Doutorado em Botânica). Universidade de São Paulo, São Paulo/SP.
31. García, Carolibe Bertocco. 1995. Anatomia, composição e propriedade de cinco madeiras paraguaias. Dissertação 126f. (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG.
32. Goldemberg, José. 1998. *Energia, meio ambiente e trabalho*. São Paulo, EDUSP.
33. Gomide, José Lívio e Braz José Demuner. 1986. Determinação do teor de lignina em material lenhoso: método Klason modificado. *O Papel* 47 (8), pp. 36-38.
34. Gonçalves, Victor Santos. 2003. Comer em reguentos, no Neolítico. As estruturas de combustão da área 3 de Xarez 12. Muita gente, poucas antas? Origens, espaços e contextos do Megalitismo. *Actas do II Colóquio Internacional sobre Megalitismo*, pp. 81-99.
35. Hastorf, Christine e Virginia Popper. 1988. *Current Paleoethnobotany: Analytical Methods and Cultural Interpretations of Archaeological Plant Remains*. Chicago, The University of Chicago Press.

36. International Association of Wood Anatomists -IAWA- Committee. 1989. List of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bulletin* 10, pp. 220-332.
37. IBGE. 1992. *Manual Técnico da Vegetação Brasileira*. Rio de Janeiro, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - DERNA.
38. Johannessen, Sissel e Christine Hastorf. 1990. A history of fuel management (AD 500 to the present) in the Mantaro Valley, Peru. *Journal of Ethnobiology* 10 (1), pp. 61-90.
39. Li, Zhimin; Tang Runsheng; Xia Chaofeng; Luo Huilong e Hao Zhong. 2005. Towards Green rural energy in Yunnan, China. *Renewable Energy* 30 (2), pp. 99-108.
40. Lipp, Franklin. 2002. *Herbalism*. Singapura, Evergreen.
41. Mainieri, Calvino e João Peres Chimelo. 1989. *Fichas de características das madeiras brasileiras*. Segundo edição. São Paulo, IPT.
42. Mallan, François. 1995. *Eucalyptus* improvement for lumber production. In: Seminário Internacional de Utilização da Madeira de Eucalipto 15 para Serraria, São Paulo, Ipef/Ipt, *Anais ...*, São Paulo, IPEF/IPT, 05-06, abr. p.1-19.
43. Mallo, Carolina, Frank Marlowe, Brian Wood e Claire Porter, 2007. Earth, wind and fire: ethnoarchaeological signals of Hadza fires. *Journal of Archaeological Science* 34, pp. 2035-2052.
44. Martins, Ana Lúcia; Piedade Sodero e José Otávio Brito. 1996. Caracterização química e energética de resíduos de exploração da madeira de *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore* 20 (3), pp. 367-370.
45. Marston, John. 2009. Modeling wood acquisition strategies from archaeological charcoal remains. *Journal of Archaeological Science* 36, pp. 2192-2200.
46. Melo Jr., João Carlos Ferreira e Gregório Ceccantini. 2009. Anthracology of Lapa do Santo archaeological site: wood charcoals in paleoindians kitchen. Em 7th Pacific Regional Wood Anatomy Conference - PRWAC, Kuala Lumpur, Malaysia. Abstracts - Wood Anatomy: optimal use of woody plants, pp. 13.
47. Melo Jr., João Carlos Ferreira; Gregório Ceccantini; Fernando Andreacci e Meriluce Samara Meiers. 2008. Análise preliminar de testemunhos vegetais carbonizados da Lapa do Santo, Lagoa Santa, MG. In XII Simpósio Brasileiro de Paleobotânica e Palinologia, Florianópolis, *Anais...*, Porto Alegre, p. 141.
48. Metcalfe, Charles e Lawrence Chalk. 1950. *Anatomy of the dicotyledons*. Oxford, Clarendon Press.
49. Miskovsky, Jean-Claude. 1987. *Géologie de la préhistoire: méthodes, techniques, applications*. Paris: Association pour l'Étude de l'Environnement Géologique de la Préhistoire.
50. Morais, Sérgio Antônio Lemos; Evandro Afonso Nascimento e Darley Carrijo Melo. 2005. Análise da madeira de *Pinus oocarpa* parte 1 - estudo dos componentes macromoleculares e extrativos voláteis. *Revista Árvore* 29 (3), pp. 461-470.
51. Nakamura, Celina; João Carlos Ferreira de Melo Jr. e Gregório Ceccantini. 2010. Macro-restos vegetais: uma abordagem paleoetnobotânica e paleoambiental. Em *Lapa das Boieiras - um sítio Paleoíndio do Carste de Lagoa Santa, MG, Brasil*, Org. Astolfo Gomes de Melo Araújo e Walter Alves NEVES, pp. 159-187. São Paulo, Annablume.
52. Oliveira, Elisabeth; Benedito Rocha Vital; Alexandre Santos Pimenta; Ricardo Marius Della Lucia; Ana Márcia Ladeira e Angélica de Cássia Oliveira Carneiro. 2006. Estrutura anatômica da madeira e qualidade do carvão de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. *Revista Árvore* 30 (2), pp. 311-318.

53. Oliveira, Elisabeth. 1988. Correlações entre parâmetros de qualidade da madeira e docarvão de *Eucalyptus grandis* (W. Hill ex-Maiden). Dissertação 47f. (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa.
54. Oliveira-Filho, Ary Teixeira e James Ratter, 2000. A study of the origin of central brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. *Edinb. Journal of Botany* 52 (2), pp. 141-194.
55. Pearsall, Deborah. 2000. *Paleoethnobotany: a handbook of procedures*. Orlando, Academic Press.
56. Pearsall, Deborah. 1988. *Interpreting the meaning of macroremain abundance: the impact of source and context*. In: *Current Paleoethnobotany: Analytical Methods and Cultural Interpretations of Archaeological Plant Remains*, eds. Christine Hastorf e Virginia Popper, pp. 97-118. Chicago, The University of Chicago Press.
57. Pearsall, Deborah. 1983. Evaluating the stability of subsistence strategies by use of paleoethnobotanical data. *Journal of Ethnobiology* 3, pp. 121-137.
58. Peixe, Sarah Petrikovski, João Carlos Ferreira de Melo Jr. e Dione Bandeira, 2007. Paleoetnobotânica dos macro-restos vegetais do tipo trançado de fibras encontrados no Sambaqui Cubatão I, Joinville/SC. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia* 17, pp. 211-222.
59. Pereira, Helena, José Graça e José Rodrigues. 2003. Wood chemistry in relation to quality. In *Wood quality and its biological basis*, orgs. John Barnett e George Jeronimidis, pp. 53-86. Oxford, Blackwell Publishing.
60. Pereira, José Carlos Duarte; José Alfredo Sturion; Antonio Royei Higa; Rosana Clara Victoria Higa e Jarbas Yuki Shimizu. 2000. *Características da madeira de algumas espécies de Eucalyptus plantadas no Brasil*. Colombo, Embrapa Florestas.
61. Queiroz, Paula Fernanda e Wim Van Leeuwen. 2003. Estudos de arqueobotânica em quatro estações pré-históricas do Parque Arqueológico do Vale de Côa. *Revista Portuguesa de Arqueologia* 6 (2), pp. 275-291.
62. Quirino, Waldir Ferreira, Ailton Teixeira Vale, Ana Paula Abreu Andrade, Vera Lúcia Silva Abreu e Ana Cristina Santos Azevedo. 2005. Poder calorífico da madeira e de materiais e de materiais ligno-celulósicos. *Revista da Madeira* 89, pp. 100-106.
63. Ramos, Marcelo Alvez, Patrícia Muniz Medeiros, Alyson Luis Santos Almeida, Ana Lícia Patriota Feliciano e Ulysses Paulino Albuquerque 2008. Can wood quality justify local preferences for firewood in an area of caatinga (dryland) vegetation? *Biomass and Bioenergy* 32, pp. 503-509.
64. Record, Samuel e Robert Hess. 1943. *Timbers of new world*. New Haven, Yale University Press.
65. Rowell, Roger; Roger Pettersen e Mandla Tshabalala. 2005. Cell wall chemistry. In *Handbook of wood chemistry and wood composites*, org. Roger Rowell. New York, Taylor.
66. Santos, Iris Dias. 2008. Influência dos teores de lignina, holocelulose e extrativos na densidade básica e contração da madeira e nos rendimentos e densidade do carvão vegetal de cinco espécies lenhosas do cerrado. Dissertação 92f. (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade de Brasília.
67. Savidge, Rodney Arthur. 2003. *Tree growth and Wood quality*. In *Wood quality and its biological basis*, orgs. John Barnett e George Jeronimidis, pp. 1-29. Oxford, Blackwell Publishing.
68. Scheel-Ybert, Rita 2004. Teoria e métodos em antracologia 1: considerações teóricas e perspectivas. *Arquivos do Museu Nacional* 62 (1), pp. 3-14.
69. Scheel-Ybert, Rita 2001. Man and vegetation in the Southeastern Brazil during late Holocene. *Journal of Archaeological Science* 28 (5), pp. 471-480.



70. Scheel-Ybert, Rita; Gaspar, Maria Dulce e Ybert, Jean Pierre 1996. Antracologia, uma nova fonte de informações para a Arqueologia brasileira. *Rev. do Museu de Arqueologia e Etnologia* 6, pp. 3-9.
71. Scheel-Ybert, Rita; Daniela Klökler, Maria Dulce Gaspar e Levy Figutti. 2005-2006. Proposta de amostragem padronizada para macro-vestígios bioarqueológicos: antracologia, arqueobotânica, zooarqueologia. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia* 15-16, pp. 139-163.
72. Schiegl, Solveig, Phillipp Stockammer, Christine Scott e Lyn Wadley. 2004. A mineralogical and phytolith study of the Middle Stone Age hearths in Sibudu Cave, Kwazulu-Natal, South Africa. *South African Journal of Science* 100, pp. 185-194.
73. Sterenberg, Hilgard O'R. 1968. Man and environmental change in South America. En *Biogeography and ecology in South America*, eds. E. J Fittauk, J. Illies, H. Klinge, G. Schwabe, e H. Sioli, pp. 413-445. The Hague, Dr. W. Junk Publ.
74. Steiner, Mery; Stephen Wiener; Ofen Bar-Yosef e Steven Kuhn. 1995. Differential burning recrystallization and fragmentation of archaeological bone. *Journal of Archaeological Science*, 22(2), pp. 223-237.
75. Théry-Parisot, Isabelle. 2001. *Économie des combustibles au Paléolithique*. Paris, CNRS.
76. Thompson, George. 1994. Wood charcoals for tropical sites: a contribution to methodology and interpretation. Em *Applications and New Developments Tropical Archaeobotany*, ed. J.G. Hather, pp. 9-33. London, Routledge.
77. Truguilho, Paulo Fernando. 2009. Densidade básica e estimativa de massa seca e de lignina na madeira em espécies de Eucaliptus. *Ciência e Agrotecnologia* 33 (5), pp. 1228-1239.
78. Vale, Ailton Teixeira e Janine Maria Felfili. 2005. Dry biomass distribution in a cerrado sensu stricto site in central Brazil. *Revista Árvore* 29 (5), pp. 661-669.
79. Vale, Ailton Teixeira, Maria Aparecida Mourão Brasil e Alcides Lopes Leão. 2002. Quantificação e caracterização energética da madeira e da casca de espécies do cerrado. *Ciência Florestal* 12 (1), pp. 71-80.
80. Vale, Ailton Teixeira Alexandre Floriano Costa; Joaquim Carlos Gonçalves e Marcelo Nogueira. 2001. Relações entre a densidade básica da madeira, rendimento e qualidade do carvão vegetal de espécies do cerrado. *Revista Árvore*, 25 (89), pp. 89-95.
81. Vaquero, Manuel e Ignasi Pastó. 2001. The definition of spatial units in Middle Paleolithic sites: the hearth-related assemblages. *Journal of Archaeological Science* 28, pp. 1209-1220.
82. Vernet, Jean Louis. 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* 4 (1), pp. 1-90.
83. Vital, Benedito Rocha. 1984. *Métodos de determinação da densidade da madeira*. Viçosa, Sociedade de Investigações Florestais.
84. Vital, Benedito Rocha; Jimmy Almeida; Osvaldo Ferreira Valente e Ismael Eleotério Pires. 1994. Características de crescimento das árvores e de qualidade da madeira de (*Eucalyptus camaldulensis*) para a produção de carvão vegetal. *IPEF* 47, pp. 22-28.
85. Zeanah, David. 2004. Sexual division of labor and central place foraging: a model for the Carson Desert of western Nevada. *Journal of Anthropological Archaeology* 23, pp. 1-32.