

PEDOARQUEOLOGIA EM ABRIGO QUARTIZÍTICO, SÍTIO BIBOCAS II, JEQUITAÍ, OCUPAÇÃO HUMANA NO HOLOCENO INICIAL NA BACIA DO SÃO FRANCISCO

DANIEL VIEIRA SOUSA
JOÃO CARLOS KER
MARIA JACQUELINE RODET
CARLOS ERNESTO G. R. SCHAEFER
WENCESLAU GERALDES TEIXEIRA

RESUMO

O presente trabalho se concentra na região do norte do estado de Minas Gerais, na bacia do rio São Francisco, município de Jequitai, no sítio arqueológico Bibocas II. Trata-se de um sítio sob abrigo rochoso, estabelecido em rocha quartizítica com ocupação humana que remete ao Holoceno inicial, há cerca de 10.500 anos antes do presente. Este trabalho tem o objetivo de estudar o processo de gênese do solo sob condições de influência antrópica, visando compreender a pedogênese ocorrida em abrigos quartizíticos, e identificar possíveis marcadores pedoquímicos que possibilitem auxiliar na interpretação arqueológica. Os grupos humanos que utilizaram o abrigo desde o início do período Holoceno, em condições climáticas mais secas do que a atual, deixaram como marca de sua passagem indícios que apontam para atividades relacionadas a fogueiras. Entre cerca de 9.000 e 8.000 anos AP a utilização do abrigo por grupos pré-históricos é intensificada, o que é atestada tanto pelos numerosos artefatos, quanto pelos valores de P, K, Ca e Susceptibilidade Magnética. O solo apresenta pouco desenvolvimento da pedogênese, que se expressa através de recobrimentos de argilas, quase-recobrimentos, feições pedológicas de preenchimentos. A atividade antrópica foi o que mais exerceu influência para o estabelecimento das características químicas do solo. Os elevados teores de P, K, Ca, COS e susceptibilidade magnética se mostraram bons indicadores de ocupação humana.

PALAVRAS - CHAVE

Geoarqueologia; antropossolos; solos arqueológicos; gênese de solos; antrossolos.

PEDOARCHAEOLOGY IN QUARTZITE ROCKSHELTER. BIBOCAS II ARCHEOLOGICAL SITE, LATE HOLOCENE IN THE SÃO FRANCISCO BASIN.

ABSTRACT

This paper focuses on the northern region of Minas Gerais State in the São Francisco basin, in the municipality of Jequitaiá, archaeological site Bibocas II. The Bibocas II site is a rock shelter place in, established in quartzitic rocks with human occupation which refers late Holocene about 10,500 years before present. This work aims to study the process of soil genesis under conditions of anthropogenic influence, to understand the pedogenesis occurred in quartzite rock shelter and identify possible pedochemical markers that allow assist in archaeological interpretation. Human groups that used the shelter to about 10,500 years BP in drier climatic conditions than the current, left as a mark of their passage indications that activities related to fires. About 9,000 and 8,000 years BP to use the shelter by prehistoric groups is enhanced, which is confirmed both by numerous artifacts as the values of P, K, Ca and Magnetic Susceptibility. The soil has little development of pedogenesis, which is expressed through clay coatings, quasi-coatings, soil features fills, among others. The human activity that has most exercised influence to establish the chemical characteristics of the soil. The high levels of P, K, Ca, COS and magnetic susceptibility have proven good indicators of human occupation.

KEYWORDS

Geoarcheology, antroposoils, archeologic soils, soil genesis, anthrosols.

SOBRE OS AUTORES

DANIEL VIEIRA SOUSA

Geógrafo, doutorando em Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Federal de Viçosa.

JOÃO CARLOS KER

Professor Titular do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa.

MARIA JACQUELINE RODET

Professora Adjunta do Departamento de Antropologia e Arqueologia UFMG; Pesquisadora Associada do Laboratoire de Technologie Lithique, Paris X, França; Pesquisadora do Museu de História Natural-UFMG.

CARLOS ERNESTO G. R. SCHAEFER

Professor Titular do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa.

WENCESLAU GERALDES TEIXEIRA

Pesquisador EMBRAPA Solos.

SUBMETIDO EM

Novembro 2015

APROVADO EM

Novembro 2015

No Brasil a entrada inicial do Homem está relativamente bem documentada com evidências indiscutíveis na transição Pleistoceno-Holoceno, principalmente no Estado de Minas Gerais (Prous e Fogaça 1999; Rodet 2006; Isnardis 2009; Prous e Rodet 2009; Rodet 2010, entre outros). O Sítio Bibocas II, localizado no município de Jequitaiá, se destaca por representar um abrigo situado em quartzitos da borda oeste da cordilheira do Espinhaço, próximos de áreas calcárias mais ricas e secas da Depressão Sanfranciscana. O sítio foi ocupado a partir de pelo menos 10.470 +/- 80 anos antes do presente (AP), se prolongando até os tempos atuais (Rodet 2010). Nos séculos XIX e XX, populações garimpeiras também frequentaram a região e, provavelmente, deixaram restos líticos nos abrigos os quais podem ter se misturado com os vestígios pré-históricos (Rodet *et al.* 2013; Nolasco 2015; Silva 2015).

No Brasil existem poucos estudos pedoarqueológicos sistemáticos e a maior parte das pesquisas está relacionada às Terras Pretas Antropogênicas (TPA's) ou Terras Pretas de Índio (TPI's) da região amazônica, datadas por volta de 2.000 a 500 anos AP (Prous 1992). São solos que apresentam elevados teores de Ca, P, Mg, Zn e Mn, elevados valores de pH e grande estoque de carbono orgânico do solo (COS) (Kern e Kampf 1989; Kern e Costa 1997; Woods e Mccann 1999; Glaser *et al.* 2001; Lima *et al.* 2002, Schaefer *et al.* 2004; Steiner *et al.* 2007; Corrêa *et al.* 2011; Fraser *et al.* 2011; Schmidt *et al.* 2014; Corrêa *et al.* 2013; 2014), muitas delas sendo continuamente cultivada desde até os tempos atuais.

Já na região costeira do Brasil são encontrados solos desenvolvidos por populações, que ocuparam parte da costa brasileira por volta de 8.000 a 2.000 anos AP, conhecidos genericamente por "Sambaquis" ou "concheiros" (Prous 1992; Gaspar 2000; Villagran 2010; Teixeira *et al.* 2012; Correa *et al.* 2013).

Em abrigos rochosos majoritariamente desenvolvidos em rochas calcárias ou quartzíticas se encontram as ocupações humanas mais antigas no território brasileiro e, possivelmente, da América do Sul, a exemplo dos seguintes sítios arqueológicos: Grande Abrigo de Santana do Riacho, Lapa Vermelha IV, Lapa das Boleiras, Lapa do Boquete (Araújo 2012;2013;Prous 1991;1992), Minas Gerais; Toca da Peia, Pedra Furada (Lahaye *et al.* 2013 Boeda *et al.* 2014), Piauí; Santa Elina (Vilhena Vialou 1994, 2003), Mato Grosso, dentre outros.

Entre os raros trabalhos de pedoarqueologia em ambientes de abrigo, destaca-se o estudo pioneiro de Vasconcelos *et al.* (2013) em abrigos calcários no Parque Nacional do Peruaçu e Parque Estadual da Lapa Grande, do norte do Estado de Minas Gerais, embora existam estudos pioneiros nestes ambientes com o uso de métodos e técnicas geoarqueológicas como o de Araújo *et al.* (2012, 2013) e Silva (2013).

Além de abrigos calcários clássicos, há sítios arqueológicos desenvolvidos em rochas quartzíticas cujo ambiente de baixo pH dificulta a preservação de restos orgânicos.

Dos sítios arqueológicos brasileiros situados entre 12.000 a 7.000 anos AP, com estudos publicados até os dias atuais, grande parte se encontra na região de contato entre os calcários do Grupo Bambuí e os quartzitos do Supergrupo Espinhaço. A serra do Espinhaço é uma cordilheira edificada por orogenia no mesoproterozóico e arrasada pela erosão pós-cretácea, que se estende de Minas Gerais até a Bahia (Ab'Saber 2006).

A borda oeste da Serra do Espinhaço é formada por rochas quartzíticas apresentando relevo acidentado e ruiforme recobertos por solos rasos e arenosos, em cujas escarpas nascem alguns dos formadores do rio São Francisco. Nas rochas do Grupo Bambuí os solos são mais desenvolvidos apresentando colorações vermelhas a vermelho-amarela. Quanto às espessuras, estes solos são rasos sobre os maciços calcários, onde se desenvolvem relevos ruiformes, e mais espessos com formas de relevo suaves sobre rochas calcárias impuras ou sobre rochas pelíticas.

No norte do estado de Minas Gerais, nos flancos oeste da Serra do Espinhaço, foi detectado, durante os trabalhos de prospecção na região, o sítio Bibocas II, com ocupações humanas datadas de 10.470 +/- 80 anos AP. O sítio está localizado no município de Jequitaiá (Figura 1), formando um abrigo amplo com cerca de 34 m de comprimento com 5 m de profundidade. Trata-se de um sítio sob quartzitos, que se desenvolve no sentido SE-NW, recebendo iluminação durante todo o dia (Rodet 2010). Localiza-se no terraço fluvial da margem esquerda do córrego do Sítio, cujo leito, tectonicamente encaixado, situa-se a menos de 10 metros abaixo do piso do sítio.

O presente trabalho tem como objetivo estudar o processo de gênese do solo sob condições de influência antrópica, visando compreender a pedogênese ocorrida em abrigos quartzíticos e identificar possíveis marcadores pedoquímicos que possibilitem auxiliar na interpretação arqueológica.

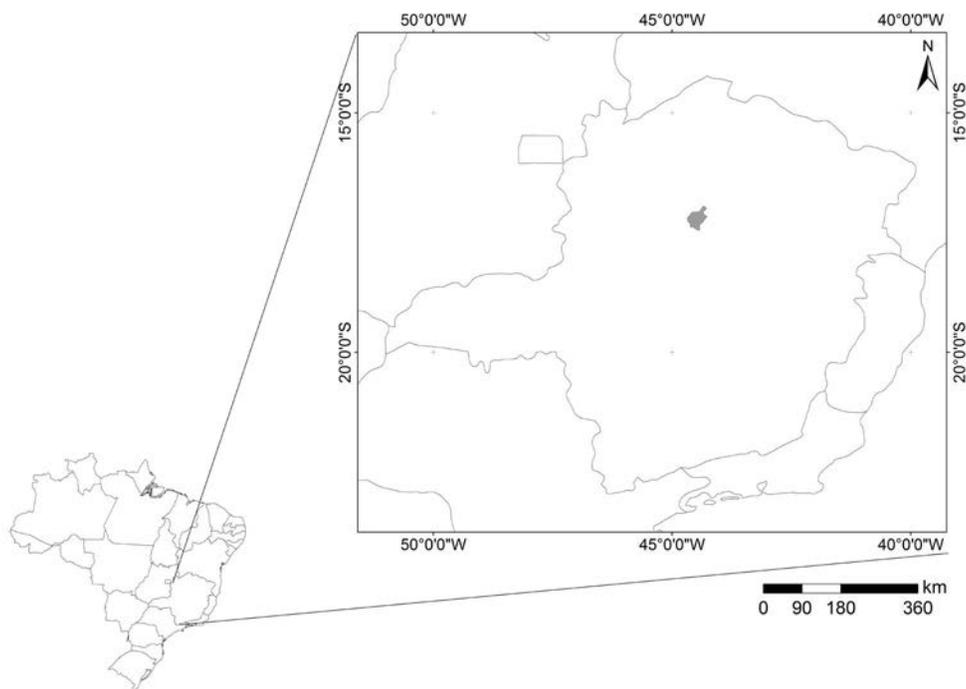
2 - MATERIAL E MÉTODO

Este abrigo foi escolhido para a pesquisa por diversos fatores: é um dos raros abrigos na região que apresenta um pacote sedimentar espesso bem conservado (Figura 2), correspondente a ocupações antigas; possui grande dimensão, o que propicia uma organização diferenciada do espaço, além de paredes pintadas, explicitando a frequência do abrigo por grupos pré-históricos. Além das pinturas, o abrigo fornece grande quantidade de vestígios líticos tanto em superfície, quanto

em estratigrafia. Há também uma pequena quantidade de material cerâmico e de material metálico (nos níveis mais superiores). Tudo isso atesta sua ocupação pré-histórica e histórica. Em superfície, encontra-se grande quantidade de material lascado (cristal de quartzo, seixos de quartzito, etc.), representando, provavelmente, uma mistura de vestígios deixados por ocupações pré-históricas e por garimpeiros de cristais de quartzo. Penha (2015) detectou em um raio de 4 km no entorno do sítio arqueológico Bibocas II, cinco jazidas aflorantes de veios de quartzo, nas variedades monocristal, drusa, leitoso e policristalino. Segundo informações do proprietário do local, o garimpo era uma atividade comum na região nos anos 1950 do último século (Rodet *et al.* 2014). Aliás, é importante ressaltar que embora incipientemente, ainda há garimpos na região como, por exemplo, o garimpo do Morro das Bibocas.

O sítio arqueológico foi escavado utilizando o método da decapagem respeitando a estratigrafia natural (Rodet 2010; Bassi 2012; Nolasco 2015; Silva

Figura 1 - Localização do município de Jequitaiá no Estado de Minas Gerais, Brasil.



Créditos do autor.

2015). As camadas arqueológicas foram subdivididas em níveis superior, médio e inferior. As amostras de solo foram retiradas da parede do perfil leste, englobando todos os níveis estratigráficos.

Foram coletadas amostras indeformadas para análises micromorfológicas dos seguintes níveis estratigráficos II (610 +/- 30 anos AP); III (1.170 +/- 30 anos AP); IV médio; IV inferior; V médio (8.580 +/- 30 anos AP); V inferior (9.560 +/- 30 anos AP) e VI superior (10.470 +/- 70 anos AP) e VI médio e foram descritas de acordo Bullock *et al.* (1985), seguindo também recomendações de Macphail e Goldberg (2010). As idades foram retiradas de Rodet (2010).

Para análises em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) com mapeamentos químicos e microanálises semi-quantitativas realizadas por EDS, as lâminas delgadas foram vaporizadas com grafite, no Núcleo de Microscopia e Microanálises da UFV, objetivando uma superfície eletricamente condutora. As lâminas foram analisadas no laboratório de Microscopia Eletrônica do Departamento de Física da UFV em microscópio eletrônico Jeol JSM – 6010LA com 20 kev de aceleração.

As amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de 2 mm de abertura de malha, obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA), que foi submetida a análises de acordo com os métodos descritos por EMBRAPA (2012) e constaram de: pH em água e em solução de KCl 1 mol L⁻¹ em suspensão solo/solução na proporção 1:2,5; cátions trocáveis (Ca²⁺ e Mg²⁺) extraídos por KCl 1 mol L⁻¹ e quantificados por espectrometria de absorção atômica; P, Na⁺ e K⁺ extraídos com a solução Mehlich-1 (H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹ e HCl 0,05 mol L⁻¹), o P foi determinado em espectrômetro UV-VIS e o Na⁺ e K⁺ quantificados por fotometria de chama; Al³⁺ foi extraído em KCl 1 mol L⁻¹ e determinado por titulometria com NaOH; H + Al extraído por acetato de cálcio a 0,5 mol L⁻¹ a pH 7 e quantificados por titulometria com NaOH (0,025 mol L⁻¹). Foram extraídos os teores totais (HF; HClO₄, HNO₃) de Fe, Al, V, Mg, Mn, Ba, Zn, Cu, Cd, e determinados por ICP-OES, o P-total e B foram dosados por espectrômetro UV-VIS, os teores totais de Ca foram determinados por espectrometria de absorção atômica, e os tores totais de K foram dosados por fotômetro de chama (EMBRAPA 2012). Para determinação dos teores torais foi utilizado amostra controle NIST 2087. O carbono orgânico do solo foi quantificado por oxidação da matéria orgânica via úmida com K₂Cr₂O₇ 0,167 mol L⁻¹ em meio sulfúrico com aquecimento externo (Yeomans e Bremmer 1998). A suscetibilidade magnética foi determinada em aparelho KT-10R Plus S/C (Terraplus-Canadá) usando um volume de amostra necessária para preencher uma placa de petri com 1 cm de altura por 9 cm de diâmetro. As análises estatísticas de Correlação de Spearman e Componentes Principais (ACP) foram feitas utilizado o software Statistica 7.0. Para as análises de correlação testou-se a significância a 0,01; 0,05 e

as características da superfície, com material arqueológico composto de quartzo hialino lascado e cristal de quartzo inteiro, carvões, fragmentos cerâmicos, etc. A camada II possui cristais de quartzo lascados, seixos lascados, dobradiça em ferro, garfo em metal, fragmentos de raízes, cartucho de bala, raros fragmentos cerâmicos, carvões esparsos. O uso do fogo é indicado pela presença de pequenos carvões, ossos e conchas calcinados.

No nível III apresenta resíduos de fogueiras, com destaque para presença de fragmentos de ossos e conchas calcinados. Ainda, há presença de cristais de quartzo lascados, além de raízes capilares e sedimento queimado. No contato III/IV o solo tem coloração mais escura devida à presença de carvões e a uma fogueira. O material antrópico pode ser sistematizado em presença de blocos de quartzito, seixos com marcas de uso, lascas em quartzito. No nível IV superior o material arqueológico se torna escasso – poucas lascas de quartzo (Tabela 1). Os ninhos de vespas são comuns neste nível, além dos pequenos buracos de bicho e radículas. Os níveis IV médio e IV Inferior apresentam poucas lascas de quartzo, quartzito e calcedônia, além de alguns fragmentos de pigmentos, coquinhos e sementes queimadas. Apresentam também manchas escuras e arredondadas no solo, que podem representar estruturas de sustentação (postes ?), além de raízes finas queimadas. O material arqueológico aumenta consideravelmente no contato dos níveis IV/V onde aparecem muitas lascas de quartzo, quartzito e mais raramente silexito e calcedônia.

No nível V superior há uma maior quantidade de material lítico (quartzito, seixos de quartzito lascados, quartzo lascado sobre cristal e seixo), com destaque para a presença de fragmentos de pigmento de forma generalizada no nível. A presença de pequenas plaquetas desprendidas do teto é comum no nível. Em uma das quadras (D45) há blocos abatidos do teto de tamanhos variados, médios a grandes. No nível V médio, datado de 8.589 +/- 30 anos AP, materiais arqueológicos são encontrados em abundância, tais como, quartzito e quartzo lascados e lascas de silexito, além de da presença de pigmentos, sementes e coquinhos queimados (Tabela 1).

No nível V Inferior datado de 9.560 +/- 50 anos AP, as lascas de quartzo e de quartzito aumentam e diminuem as de silexito. O sedimento fica mais claro que as camadas logo acima e há presença de pequenos fragmentos de carvões esparsos e raízes.

No início do nível VI superior, datado de 10.470 +/- 80 anos AP, o sedimento apresenta uma coloração marrom clara, há presença de fogueiras estruturadas, além de vestígios lascados em quartzito, quartzo e silexito. Na base deste nível, o material arqueológico diminui drasticamente, tornando difícil caracterizar alguma ocupação, não foram encontrados carvões para datação. O sedimento apresenta

Tabela 1 - Classificação dos artefatos líticos encontrados nos níveis pré-históricos da escavação central.

Nível	Prof.	Las-cas	Núcleo	Instrumentos	Fragmentos térmicos	Cassons	Fragmentos de lascas	Indeter-minados	Total
	cm	Quantidade							
IV Sup ¹ .	21-24	3	0	0	3	0	0	2	8
IV Méd ² .	24-31	6	0	0	6	1	2	1	16
IV Inf ³ .	31-39	5	0	0	11	0	5	0	21
IV/V ⁴	39-40	24	0	0					24
V Méd.	40-63	104	1	3	97	17	18	42	282
V Inf e Inf A.	63-131	113	2	1	18	27	14	15	190
VI sup.	131-145	1		1				1	3

1 - superior, 2 – médio, 3 – inferior, 4 – contato entre os níveis IV e V (Rodet 2010; Bassi 2012).

coloração mais alaranjada. Abaixo deste nível foi encontrado o substrato rochoso quartzítico (Supergrupo Espinhaço).

3.2 - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS/MORFOLÓGICAS E PROPRIEDADES MAGNÉTICAS

Os níveis estratigráficos não apresentam grande diferenciação na cor, todos expressam o matiz 10 YR (seco) alterando apenas o croma e o valor (Tabela 2). A consistência (seca) do solo apresenta-se muito friável e rapidamente se desfaz ao simples manuseio. O material tem estrutura de grãos simples, com aparência pulverulenta, no jargão arqueológico (Vasconcelos *et al.* 2013). Em alguns níveis há ligeira expressão de pedalidade, com material apresentando estrutura granular pequena, supostamente pedobiológica. No nível IV superior o material de aparência pulverulenta se mistura ao material granular, aparecendo raízes muito finas (capilares) e muitos ninhos de vespas. O nível VI superior apresentou a cor mais amarelada e cromada de todo o perfil (Tabela 2).

Em todos os níveis há predomínio da fração areia, sendo os níveis enquadrados na classe textural franco-arenosa, concordando com o que foi descrito por Vasconcelos *et al.* (2013), Araújo *et al.* (2012, 2013) e Silva (2013) em abrigos calcários. Percebe-se que as frações são homogêneas ao longo do perfil, havendo maior variação na fração areia grossa, sem evidenciar argiluviação ou aportes eólicos. A proporção de argila apresenta variações muito pequenas, apesar de homogênea na maior parte do perfil. Na fração areia grossa encontram-se fragmentos de carvões,

Tabela 2 - Características físicas, morfológicas e susceptibilidade magnética.

Nível	Prof.	Areia		Silte	Argila	Classe textural ¹	Cor	Estrutura	14C6	X 3
		Grossa	Fina							
	cm	dag/kg				Seca			BP	(10-3 SI)2
Superfície	0	27	54	5	14	Fr.Ar. ¹	10 YR 4/4	Grão S.		
I	0-3	40	41	7	12	Fr.Ar.	10 YR 4/4	Grão S4		17.667
II	3-8	30	47	9	14	Fr.Ar.	10 YR 3/4	Gr. Fr.	610 +/- 30	15.133
III	8-10	41	35	11	13	Fr.Ar.	10 YR 5/4	Grão S	1.170 +/- 30	18.133
III/IV	20-21	38	40	10	12	Fr.Ar.	10 YR 6/4	Grão S		15.967
IV Superior	21-24	38	40	6	16	Fr.Ar.	10 YR 6/4	Grão S; Gr.		14.467
IV Médio	24-31	36	40	10	14	Fr.Ar.	10 YR 6/4	Grão S; Gr. P.Fr.		17.733
IV Inferior	31-39	35	42	8	15	Fr.Ar.	10 YR 6/4	Grão S; Gr. P. Fr.5		15,3
IV/ V	39-40	34	43	9	14	Fr.Ar.	10 YR 5/3	Grão S.		15.033
V Médio	40-63	27	50	9	14	Fr.Ar.	10 YR 4/3	Grão S.	8.580 +/- 50	13.167
V Inferior	63-115	28	50	8	14	Fr.Ar.	10 YR 3/3	Grão S.	9.560 +/- 50	10.967
V inferior A	115-131	30	50	6	14	Fr.Ar.	10 YR 3/3	Grão S.		16.667
VI Superior	131-145	29	49	7	15	Fr.Ar.	10 YR 4/6	Grão S. Gr. P. Fr.	10.470 +/- 80	12,5

1 – Franco Arenoso; 2 – Adimensional de acordo com o Sistema Internacional de Unidades; 3 – Susceptibilidade magnética; 4 – Grão Simples; 5 - Granular pequena fraca; 6 – amostras. Idades retiradas de Rodet, (2010) (Créditos do autor).

ossos e conchas calcinadas, quartzo hialino e pequenos nódulos ferruginosos com forte atração magnética, encontrados principalmente no nível III e contato entre os níveis III/IV.

3.3 - CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

O material de solo é distrófico em todo o perfil (Tabela 3), em que somente a superfície e a camada I são eutróficas, que diferem dos resultados encontrados por Lima *et al.* (2002), Correa *et al.* (2011) e Vasconcelos *et al.* (2013). As camadas estratigráficas I, II e III foram as que tiveram os maiores valores de V %; a partir do nível V observa-se que os valores decrescem conforme diminuem as evidências de artefatos (Tabelas 1 e 3). Os resultados são consistentes com a natureza antrópica

do material do abrigo.

Os valores de cátions trocáveis mostram tendência de diminuição com a profundidade, embora haja pequenas variações ao longo do perfil (Tabelas 3, 4 e 5).

Tabela 3 - Características de fertilidade do solo das amostras do sítio Bibocas II.

Nível	Prof. cm	pH		Complexo sortivo										COS ⁵ dag/ kg	
		H2O	KCl	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	CTCe ¹	T ²	SB ³	V ⁴		m ⁵
		cmolc/dm ³										%			
Superfície		4,57	3,55	1,67	0,62	0,67	0,36	0,08	0,84	3,4	4,24	3,32	76,24	10,37	2,65
I	0	4,19	3,45	0,77	0,27	0,38	0,16	0,14	1	1,71	2,71	1,57	56,48	23,1	1,47
II	0-3	4,54	3,49	0,91	0,68	0,44	0,15	0,14	2,6	2,32	4,38	2,18	42,13	20,58	3,9
III	3-8	4,57	3,51	0,63	0,31	0,51	0,15	0,15	2,03	1,75	3,78	1,6	38,82	23,92	3,67
III/IV	8-10	4,31	3,69	0,64	0,15	0,47	0,16	0,1	1,72	1,51	3,24	1,42	42,31	16,74	1,53
IV Superior	21-24	3,95	3,59	0,57	0,31	0,41	0,16	0,13	1,76	1,58	3,34	1,45	39,34	21,24	1,57
IV Médio	24-31	4,25	3,69	0,71	0,57	0,35	0,16	0,14	2,02	1,93	3,95	1,79	37,72	21,5	1,17
IV Inferior	31-39	4,48	3,68	0,63	0,18	0,36	0,15	0,14	2,02	1,46	3,48	1,31	35,91	25,39	1,18
IV/V	39-40	4,44	3,71	0,57	0,14	0,24	0,1	0,13	1,71	1,19	2,89	1,05	34,88	26,33	1,17
V Médio	40-63	4,52	3,82	0,55	0,24	0,36	0,15	0,12	1,66	1,41	3,07	1,29	38,81	21,23	0,95
V Inferior	63-115	4,74	3,95	0,52	0,25	0,26	0,1	0,09	1,49	1,23	2,71	1,14	37,36	16,71	1,16
V inferior A	115-131	4,63	3,88	0,55	0,17	0,25	0,1	0,11	1,73	1,19	2,92	1,08	34,29	21,89	1,02
VI Superior	131-145	4,13	3,77	0,46	0,54	0,24	0,11	0,12	1,64	1,47	3,11	1,35	33,23	20,79	1,02

1 - CTCe – Capacidade de troca catiônica efetiva; 2 - T – Capacidade de troca catiônica a pH 7; SB – Soma de Bases; V – Saturação por bases; m – Saturação por alumínio; COS – Carbono orgânico do solo (Créditos do autor).

O teor mínimo de K⁺ foi encontrado no nível VI superior (0,46 cmol_c/dm³) e máximo no nível II (0,91cmol_c/dm³). O carbono orgânico do solo variou entre 0,95 dag kg⁻¹ e 3,9 dag kg⁻¹, nos níveis V médio e II respectivamente, valores mais elevados do que os encontrados por CODEVASF (1977) que relata para solos textura média da região teores de K⁺ entre 0,32 e 0,02 cmol_c/dm³ e carbono orgânico do solo (COS) entre 0,22 e 1,5 dag kg⁻¹. Os valores de P, Cu, Zn, (Mellich-I, tabela 4), embora muito menores do que identificados por outros autores em solos arqueológicos (Lima *et al.* 2002, Schaefer *et al.* 2004; Corrêa *et al.* 2011; Vasconcelos *et al.* 2013) são até 40 vezes superiores aos solos de textura média da região na qual o sítio se encontra (Codevasf 1977).

Os óxidos de Fe e Al (tabela 5) foram os elementos que apresentaram as maiores concentrações ao longo do perfil sendo o contato entre os níveis IV e V os que apresentaram os maiores teores. Dentre os elementos traço, o de maior concentração foi o Bário, com o teor máximo de 206 mg kg⁻¹ no nível II.

Tabela 4 - Nutrientes extraídos com Melhich-I do solo do sítio arqueológico Bibocas II, região Norte de Minas Gerais.

Nível	Prof.	Nutrientes disponíveis				
		Cu	Mn	Fe	Zn	P
	cm	mg dm ⁻³				
Superfície	--	1,16	65,75	93,05	2,53	13,38
I	0	1,14	51,51	87,11	1,23	16,41
II	0-3	1,13	70,33	49,86	2,41	40,46
III	3-8	0,85	84,93	54,13	2,53	31,5
III / IV	8-10	0,89	61,28	26,69	2,23	47,89
IV Superior	21-24	2,53	39,3	53,3	0,46	10,99
IV Médio	24-31	1,08	34,91	39,22	0,45	10,21
IV Inferior	31-39	1,16	37,62	50,71	0,32	5,42
IV / V	39-40	1,45	45,17	32,44	0,47	3,62
V Médio	40-63	1,49	54,16	32,77	0,49	1,77
V inferior	63-115	1,24	52,72	32,67	0,53	12,02
V Inferior A	115-131	1,21	36,36	32,46	0,35	8,61
VI Superior	131-145	1,32	37,26	31,34	0,45	8,72

Créditos do autor.

Tabela 5 - Teores totais determinados na TFSA.

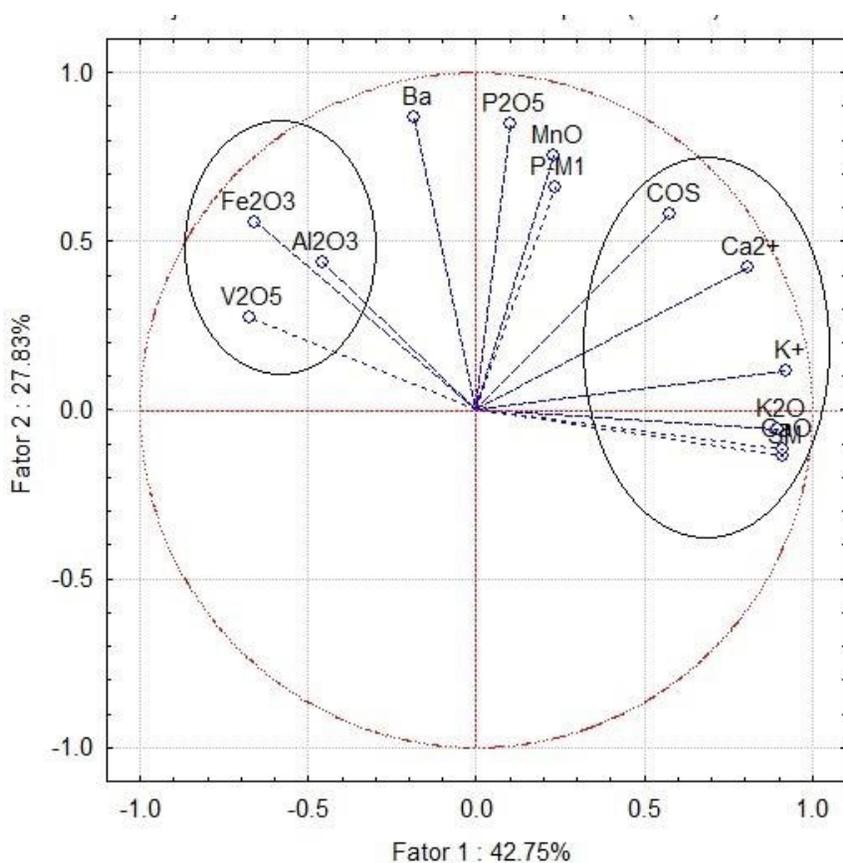
	Prof.	Fe2O3	Al2O3	K2O	CaO	P2O5	MnO	MgO	Cu	Zn	V2O3	Ba
Nível	cm	g/kg		mg/kg								
Supf.	0	24,1	42,92	4360,5	1022,8	293,95	861,79	40,24	9,46	37,1	51,78	117,1
I	0	50,06	58,76	756,36	324,68	407,96	1079,86	45,3	12,1	58,5	155,2	179,33
II	0-3	64,85	44,48	818,33	418,17	482,33	1125,85	49,04	9,13	51,01	117,12	206,02
III	3-8	49,91	51,57	666,21	503,75	581,42	830,32	32,92	17,47	58,71	127,07	168,09
III/IV	8-10	64,95	57,37	816,54	324,01	545,64	814,76	36,45	10,01	50,09	174,65	165,64
IV Sup.	21-24	62,12	60,83	835,98	300,57	361,89	701,79	32,77	11,27	51,66	143,15	151,13
IV Méd.	24-31	76,31	52,61	959,34	266,91	382,47	776,46	34,01	11,79	39,61	216,36	223,55
IV Inf.	31-39	82,84	52,91	917,27	275,8	345,39	850,3	35,47	14,09	59,69	214,97	178,8
IV / V	39-40	77,04	63,56	916,98	480,67	317,24	988,96	46,19	15,65	61,17	213,76	186,62

Créditos do autor.

V Méd	40-63	59,35	58,28	804,83	288,91	217,82	809,64	37,81	11,44	56,5	121,93	131,8
V Inf.	63-115	43,56	38,61	636,66	555,59	303,35	651,75	30,44	13,94	46,19	71,1	108,98
V inf. A	115-131	37,64	35,81	500,76	373,42	261,31	600,49	28,04	LD2	36,77	59,23	101,06
VI Sup.	131-145	42,5	40,24	550,29	275,9	259,37	444,85	24,46	<LD	43,75	104,83	93,77
NIST		3,87	6,2	2.219	2,7	--	--	--			9,46	

Supf – Superfície; Sup. – Superior; Méd – Médio; Inf. – Inferior; 1 - LD 0,02 mg/kg; 2 - LD 4,72 mg/kg; 3 – Amostra certificada NIST Buffalo River Fe = 3,97 dag/kg; Al = 6,1 dag/kg; K = 2,1 dag/kg; Ca, 2,64 dag/kg; V = 94,6 mg/kg (Créditos do autor).

Figura 3 - Análise de Componentes Principais (PCA) - Fator 1 Fogueiras e atividades alimentares; Fator 2 - Colúvios



Créditos do autor.

3.4 - ANÁLISES ESTATÍSTICAS

A análise de correlação de Spearman entre os nutrientes disponíveis, carbono orgânico e susceptibilidade magnética, indicam que as variáveis que apresentam melhores correlações são: P Mehlich-I (P-M1), Fe-M1, Zn-M1, K^+ , Ca^{2+} e COS (dados não publicados, manuscrito)

A análise de componentes principais (ACP) (Figura 3) usando como variáveis: Fe_2O_3 , Al_2O_3 , V_2O_5 , P_2O_5 , MnO, Ba, COS, Zn-M1, X, Ca^{2+} , K^+ , P-M1, revela dois fatores que explicam 70,58 % da variabilidade dos dados. Percebe-se clara divisão entre as variáveis que influenciam a fertilidade do solo no fator 2 e argilas e óxidos metálicos no fator 1. As variáveis que exercem mais influência para a definição do fator 1 são: COS, K_2O , CaO, Zn-M1, K^+ e Ca^{2+} . As variáveis que exerceram mais influência para a definição do fator 2 são Fe_2O_3 , Al_2O_3 , V_2O_5 . As variáveis P-M1 e P_2O_5 se correlacionam com ambos os fatores.

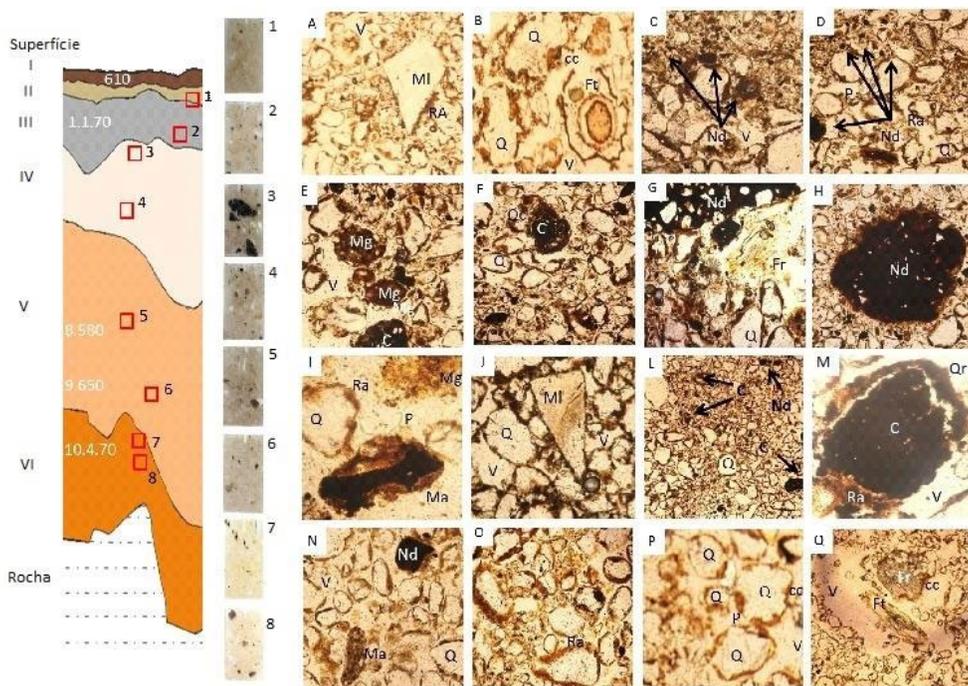
3.5 - ANÁLISES MICROMORFOLÓGICAS

A maior presença da fração fina e quartzo arredondado bem selecionado na Lâmina 8 em relação a Lâmina 7 (ambas do nível VI a 10.470 +/-80 anos AP, Figuras 4 O, P) sugerem variações no aporte de material de origem alóctone para dentro do abrigo. Neste nível a microestrutura se expressa como grãos com películas e distribuição relativa Mônica-quitônica. Na lâmina 7 há revestimentos de argilas, quase-revestimentos e preenchimentos soltos contínuos e descontínuos (Figuras 4 M, N, O, P). A figura 5 permite observar que a fração fina é caracterizada por óxidos de Si, Al e Fe, evidenciando a matriz caulínica e oxidica, características comuns a todas as camadas.

Nos níveis V inferior e V médio (lâminas 6 e 5) há aumento de carvões e nódulos de Fe na fração grossa, (Figuras 4 L, M) também são encontrados possíveis microlascas (figura 4 J) e remanescentes de tecido vegetal silicoso. A microestrutura se expressa predominantemente como grãos com películas havendo também em alguns preenchimentos soltos contínuos (figura 4 K). Há alguns micro-agregados granulares de fraca pedalidade e com microfragmentos de carvão em seu interior (figura 4 I) compostos por materiais orgânicos, e matriz predominantemente composta de caulinita e óxidos de Fe (hematita e/ou goethita) (Figura 5 A, B, C, D). Na fração fina há aumento considerável de material orgânico, junto aos óxidos de Al e Fe.

Nos níveis IV inferior, médio, superior (8.560 anos AP a 1.170 anos AP), os vestígios apontam para uma utilização do sítio tanto para o lascamento de matérias primas diversas, como para a produção de fogueiras, as quais podem ter servido tanto

Figura 4 - Representação do corte estratigráfico e locais de coleta.

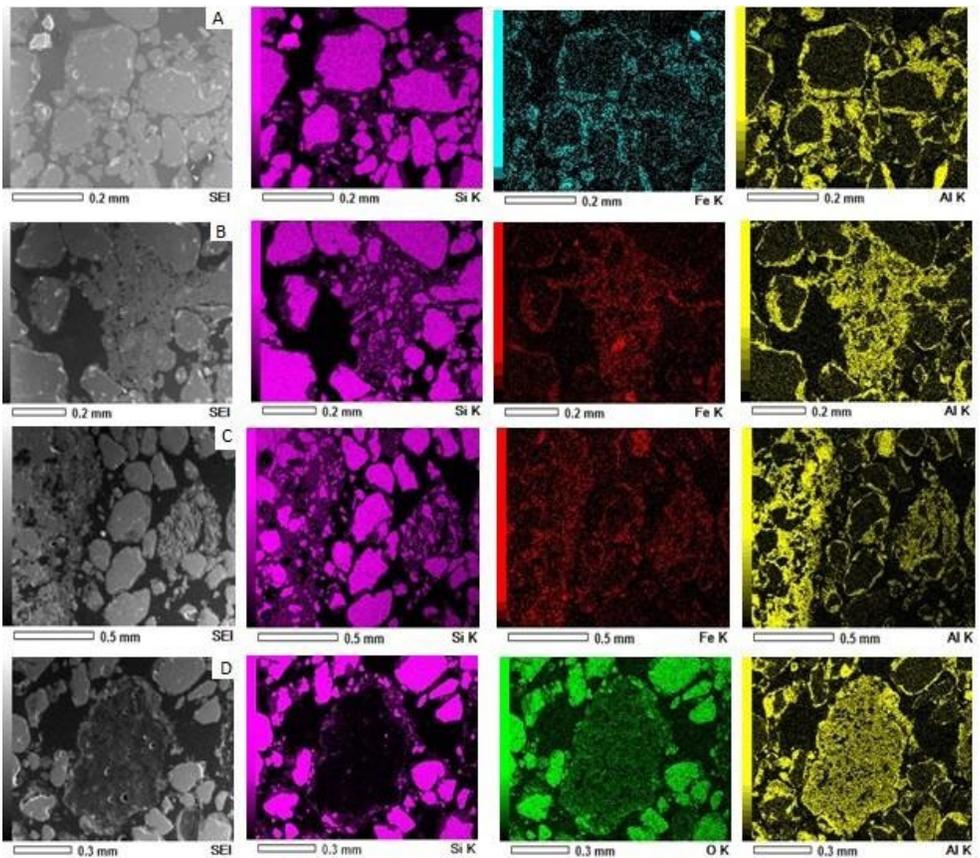


I a VI - níveis estratigráficos; 1 a 8 - amostras indeformadas; A e B Lâmina 1; C e D Lâmina 2; E, F Lâmina 3; G, H Lâmina 4; I, J Lâmina 5; L, M Lâmina 6; N, O Lâmina 7 P, Q Lâmina 8; C - Carvão; Ra - Recobrimento de argila; Qr - Quase-revestimentos; P - Poros; Q - Quartzo; Mg - Microagregado granular; Ma - Microagregado alongado; Nd - Nódulos; Ft- Fragmento de tecido vegetal; MI - Microlasca; P - Pontes (Digitalização e desenho: J.R. Machado, D. Duarte-Talim e L. F. Bassi. Fonte: Rodet 2010).

para a proteção contra animais, do frio ou ainda para preparo de alimentos. Nos níveis VI inferior e médio aparecem pigmentos esparsos (principalmente na quadra D45), os quais poderiam indicar uma preparação de corantes neste momento. Na fração grossa aumenta a quantidade de fitólitos, nódulos (típicos e nucleicos) e também são encontrados muitos carvões além de resíduo de tecido vegetal (figuras 4 E, F, G, H). Há uma pequena variação na microestrutura que se expressa como estrutura de grãos interligados com pontes em alguns preenchimentos, com alguns microagregados granulares com pedalidade bem desenvolvida.

O nível III datado por C_{14} entre 1.170 e 610 anos AP representa uma grande fogueira no sítio, responsável por originar extensa lente de material orgânico em alguns locais apresenta orientação horizontal. A maior parte do material grosso é quartzo rolado bem selecionado e carvões e nódulos de Fe com ou quase-

Figura 5 -Microscopia Eletrônica de Varredura com Mapeamento químico por EDS de feições encontradas em lâminas delgadas.

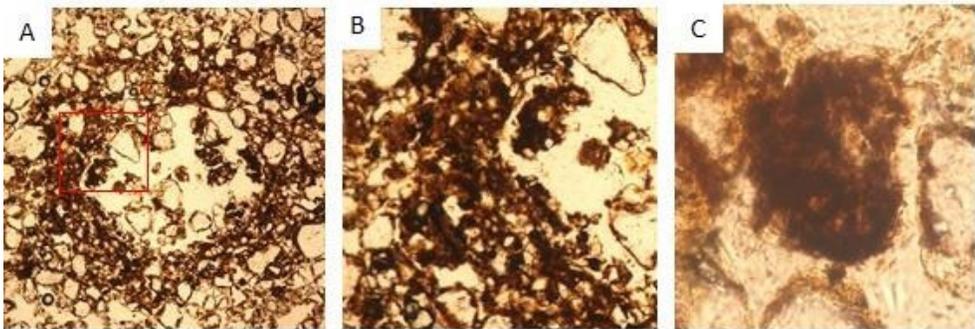


A – Quartzo rolado com recobrimento de argila e pontes compostas de caulinitas e óxidos de Fe, evidenciado pelos mapas do Si, Fe e Al; B – Grãos de quartzo e matriz fina de composição caulinitica e óxidos de Fe, Mapas do Si, Fe, Al; C - Microagregado e grãos de quartzo subarredondados e matriz fina composta de minerais de Si, Al, e Fe; D –Fragmento de carvão com recobrimento de argila de composição caulinitica e impregnado com Al.

revestimentos (Figura 4 A, B, C, D). Os preenchimentos são soltos contínuos e soltos descontínuos e microestrutura predominante de grãos com películas (Figura 4 C, D).

O Solo apresenta estrutura de grão simples e aparência predominantemente pulverulenta, o que é atribuído a própria natureza do material, com pouca argila com o máximo de 16 % no nível IV superior, e também a influência da incipiente atividade biológica e poucos ciclos de umedecimento secagem, em concordância com Vasconcelos *et al.* (2013). Em alguns níveis com maior bioturbação, há incipiente desenvolvimento da pedalidade, expressando-se como estruturas pequenas granulares e fracas, o que sugere a influência da atividade biológica no desenvolvimento da estrutura (Figuras 6 A, B, C).

Figura 6 - Lâmina delgada no nível III.

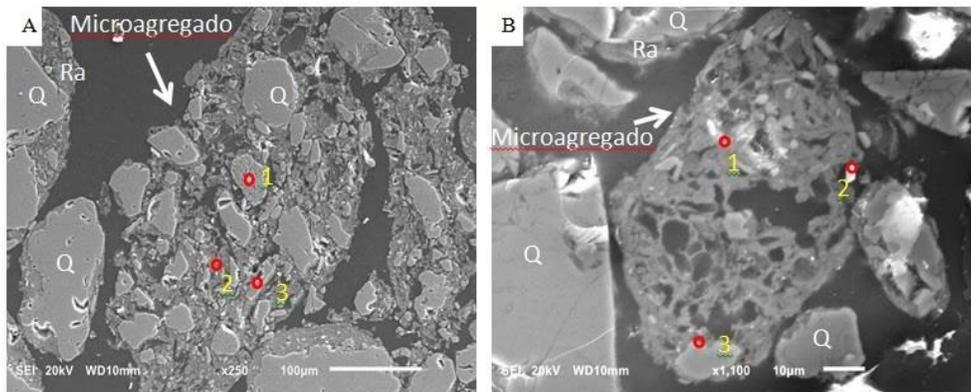


A - Bioporo com maior estruturação em sua borda; B - detalhe da área marcada na figura A, evidenciando microestruturação microgranular; C - Microagregado composto com óxidos e material orgânico (Créditos do autor).

Ao desenvolvimento da microestrutura do solo é atribuída a interação entre a fração grossa (grãos de quartzo, carvões, nódulos, remanescente de tecido vegetal, figuras 7 A e B) e os óxidos de Al e Fe que compõe a fração fina (tabela 6) formando revestimentos de argilas (Figura 5 e 7 e Tabela 6) e microestrutura em grãos com películas (Figura 4 P e 7).

A participação do material orgânico se mostra muito importante na fração fina para a estrutura do solo, como pode ser observado na Figura 7 e tabela 6. Parte dos quase-revestimentos e das microestruturas em películas com pontes (Figura 4 C, G, M, J) e microestruturas granulares e alongadas sugerem que são ricas em compostos orgânicos (Figura 7A ponto 2; 7B ponto 1 e 2; Figuras 8 A, B, C, D). A atuação do material orgânico para o desenvolvimento da estrutura do solo é devido a cargas elétricas originadas em bordas quebradas, a presença de grupos funcionais bem como pela elevada superfície específica. Pode-se observar a contribuição do material pirolisado para a fração fina em algumas partículas de microcarvões e

Figura 7 - Microscopia Eletrônica de Varredura de microagregados presentes em lâminas delgadas do nível III.



Q – Quartzo; Ra – Revestimentos de argila. Números 1,2 e 3 são pontos de microanálises em EDS (Créditos do autor).

Tabela 6 - Microquímica dos microagregados da figura 7.

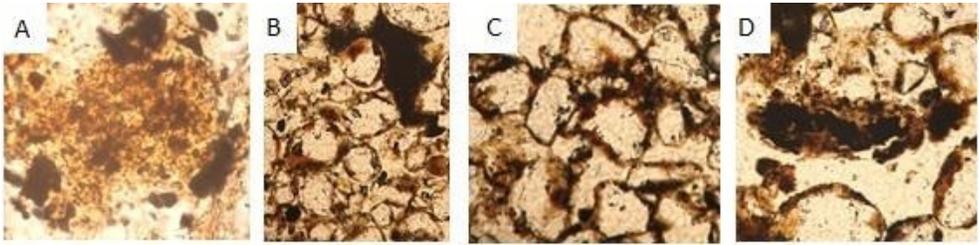
Amostra	Ponto	Unidade	Elemento									
			C	O	Al	Si	P	Cl	K	Ti	Mn	Fe
1	1	mass%	30,29	36,82	9,95	9,91	0,4	0,35	1,19	0,31	3,59	7,18
	2	mass%	55,71	23,01	2,36	2,66	Nd	0,3	0,57	0,4	nd	14,99
	3	mass%	14,58	46,46	0,6	nd	Nd	nd	Nd	nd	nd	1,37
2	1	mass%	30,29	36,82	9,95	9,91	0,4	0,35	1,19	0,31	3,59	7,18
	2	mass%	55,71	23,01	2,36	2,66	Nd	0,3	0,57	0,4	nd	14,99
	3	mass%	14,58	46,46	0,6	36,99	Nd	nd	Nd	nd	nd	1,37

nd - Não detectado

material orgânico particulado (Figuras 8 A, B, C, D)

As atividades antrópicas que exerceram mais influência para a definição das características químicas do solo do sítio Bibocas II estão relacionadas a fogueiras e atividades alimentares (fator 1 da ACP figura 3). O incremento de material colúvio-aluvionar e presença de material para preparação de pigmento também foi preponderante, pois levou a acumulação de óxidos de Al, Fe e V (fator 2 da ACP, figura 3 e figura 5) e definiu algumas características como presença de quartzo moderadamente selecionado, e predominantemente arredondados e subarredondados (Figuras 4 N, O, P, Q) o que indica a contribuição de material colúvio-aluvionar. Há ainda que se considerar a possibilidade de parte dos grãos

Figura 8



A, Microagregado composto por material orgânico e óxidos; B, Grãos de Quartzo com revestimentos de argila e material fino de origem orgânica; C, presença de material orgânico com revestimentos de argila e pontes; microcarvões no interior de microagregado alongado (Créditos do autor).

serem produtos diretos, e pouco trabalhados, do intemperismo físico atuante sobre os cristais de quartzo do quartzito do próprio abrigo. É importante observar que o nível VI superior possui ligeiro incremento de argila, se comparado com o nível V, e maiores teores de óxidos de Al e Fe (tabela 5), o que corrobora a hipótese da participação de material coluvial para a constituição deste nível estratigráfico.

As primeiras populações que fizeram uso constante do abrigo chegaram durante a transição do período Pleistoceno para o Holoceno (10.470 +/- 80 anos AP), nesta época a condição climática deveria ser mais seca e mais fria do que o atual, além de pouco estável, devido à transição para as condições climáticas atuais (Ledru 1993). Os eventos de chuvas que ocorriam no Norte de Minas Gerais ainda eram concentrados, ocasionando eventos com maior poder erosivo, responsáveis pelos sedimentos coluvionares dentro do abrigo, elevando os tores de óxidos de Fe, Al e V (tabela 5), ocasionando também um incremento nos teores de argila do nível VI inferior (10.470 +/- 80 anos) ao nível subjacente (V inferior 9.560 +/- 50 anos AP) (tabela 2).

O uso do fogo frequente no abrigo é indicado pelos maiores teores de carbono orgânico, fósforo, cálcio, potássio e susceptibilidade magnética (tabela 3, 4 e 6), concordando com Gibson (1986), Lima *et al.* (2002), Marwick (2005), Macphail e Crowther (2007), Tsatskin e Zaidner (2013) Milek e Roberts (2013), Vasconcelos *et al.* (2013). Provavelmente através de um processo de carbonização, levou ao acúmulo de P assim como de K^+ , Ca^{2+} e COS o que é indicado pela correlação de Spearman significativa com a Susceptibilidade Magnética (dados não publicados, manuscrito).

A fonte de P possivelmente está relacionada aos restos alimentares e a mineralização de material orgânico, assim como em Goldberg e Nathan (1975), Eidt (1977) e Corrêa *et al.* (2011 e 2013) o que é indicado pela alta correlação significativa entre O P-M1 e Ca^{2+} , concordando com dados de Lima *et al.* (2002)

assim como pela correlação significativa com o Zn-M1 (dados não publicados, manuscrito), sugerindo a substituição do Zn pelo Ca nas Apatitas. Microanálises realizadas em MEV-EDS (figuras 8 e 9, tabelas 5 e 6) indicam que P carbonizado em fogueiras se encontra associado à microcarvões, evidenciando a contribuição de carbono pirolisado (*biochar*) para a melhoria da fertilidade do solo (Liang *et al.* 2006), existindo também alguma associação com a fração fina de microagregados, no então sem haver uma matriz eminentemente fosfática. Ligação de P ao *biochar* explica a correlação de Spearman significativa (p-valor de 0,01) entre P (Melhich-1) e P_2O_5 com COS (dados não publicados, manuscrito).

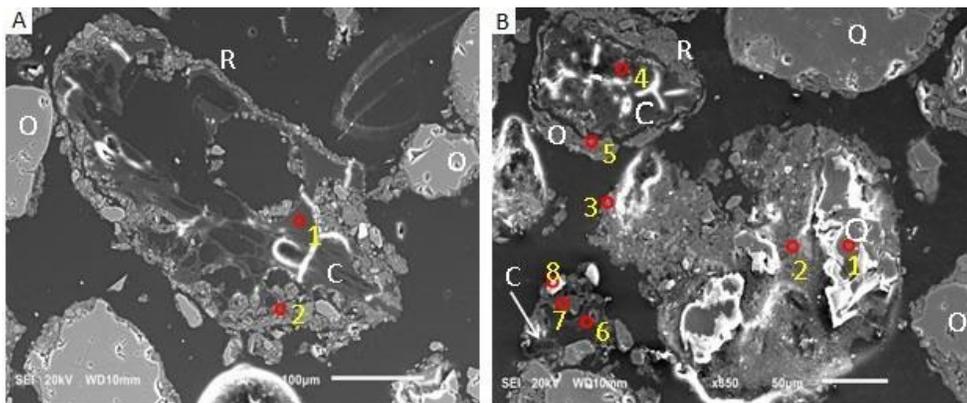
O Ca assim como o K, está relacionado a cinzas de restos vegetais, o que é indicado pela correlação significativa com o COS e Susceptibilidade Magnética (dados não publicados, manuscrito). Os teores elevados de K não são comuns em outros horizontes de solos antrópicos estudados no Brasil (Lima *et al.* 2002; Schaefer *et al.* 2004; Teixeira *et al.* 2012) este fato provavelmente está relacionado a maior proteção à lixiviação devido o ambiente ser abrigado. A lixiviação é reduzida em abrigos devido à proteção da precipitação direta, fazendo com que elementos como o Ca e K, que são facilmente lixiviáveis, se acumulem. A acumulação de K também pode estar relacionada à sua associação com microcarvões, como pode ser observado nas figuras 9 A (ponto 2 tabela 6) figura 9 B (pontos 3, 5, 6, 7, 8 tabela 7).

O aquecimento sucessivo do solo abaixo das fogueiras ocasiona a recristalização de Goethita e Hematita em minerais magnéticos. Por esta razão, a magnetização é uma característica comum em sítios arqueológicos (Gibson 1986; Bellomo 1993; Ellwood *et al.* 1995; Marwick 2005). Tais minerais magnéticos (magnetitas e maghemitas) podem ter possíveis substituições isomórficas do Fe por Mn, Ti e Al. A presença de Magnetitas com Mn na estrutura cristalina é sugerida pela associação do Mn à susceptibilidade magnética (figura 3). A susceptibilidade magnética é propriedade conhecida como magnetismo remanente (Butler 1992). Os níveis I, III, IV Médio e V Inferior A foram os que tiveram maior utilização do fogo e os níveis V Inferior e VI Superior os que tiveram uso menos constante. Nestes níveis são evidenciadas maiores quantidades de nódulos de Fe, microcarvões e por consequência maiores teores de COS.

Os nódulos de Fe em sua grande maioria apresentam propriedades magnéticas. Sua gênese é vinculada a ciclos de redução e oxidação em fogueiras. O Fe é reduzido e se cristaliza em Magnetita que é instável em pH ácido e possui Fe^{2+} e Fe^{3+} em sua estrutura cristalina. Em determinado momento os nódulos de Fe, gerados em microambiente reduzido (em pH elevado), ao serem expostos a um ambiente com pH ácido e oxidante se instabilizam e sofrem o intemperismo (Figuras 10 A, B, C), a Magnetita passa a ser oxidada e se transforma em Maghemita pelo processo conhecido como Maghemitização (Fischer *et al.* 2007; Özdemir e Dunlop

2010) e perde o Fe^{2+} de sua estrutura cristalina, alterando assim suas propriedades magnéticas.

Figura 9 - Microscopia eletrônica de Varredura de constituintes de solos do sítio Bibocas II em lâmina delgada no nível III.



Q- Quartzo; Ra – Revestimentos de argila; Qr – Quase-revestimentos; C – Carvão. Círculos vermelhos e algarismos arábicos indicam locais de microanálises por EDS (Créditos do autor).

Tabela 7 - Microquímica (EDS) dos pontos indicados na figura 9 (Créditos do autor).

Amostra	Ponto	Unidade	Elemento							
			C	O	Al	Si	P	K	Ti	Fe
1	1	mass%	69,09	27,38	2,86	nd	Nd	nd	Nd	0,67
	2	mass%	62,97	21,68	5,22	6,03	Nd	0,76	Nd	3,35
2	1	mass%	22,7	44	Nd	33,31	Nd	nd	Nd	Nd
	2	mass%	35,57	30,56	9,82	13,36	0,1	5,19	0,31	5,09
	3	mass%	42,67	33,9	8,11	9,21	0,17	1,21	0,29	4,44
	4	mass%	69,49	25,46	3,67	0,37	0,29	nd	Nd	0,72
	5	mass%	37,14	37,15	8,77	10,89	Nd	0,85	Nd	5,21
	6	mass%	62,29	32,67	3,62	0,48	0,28	0,15	0,51	Nd
	7	mass%	38,28	34,45	8,8	12,13	0,16	1,77	Nd	4,41
	8	mass%	14,88	48,58	2,12	33,47	Nd	0,95	Nd	Nd

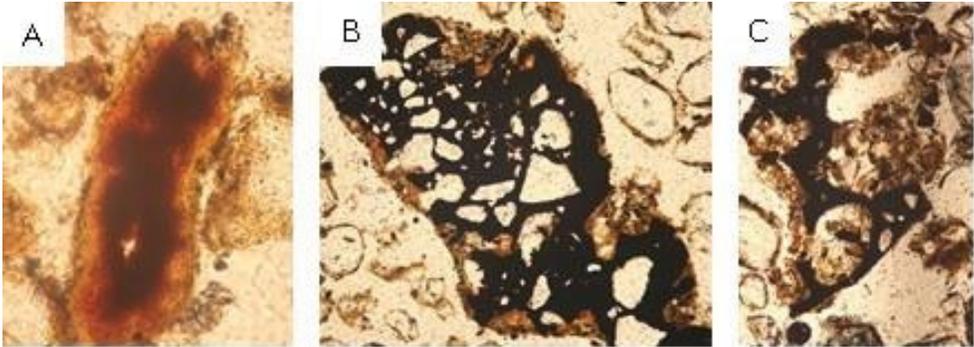
nd - Não detectado

Tabela 8 - Síntese das características arqueológicas, químicas micromorfológicas e provável atividade humana associada.

Nível / Lâmina	Indícios de atividade humana	Materiais orgânicos	Características químicas importantes	Provável atividade humana associada	Principais características Micromorfológicas
Sup.	Lascas de quartzo	Estrumes de cavalo, cascas de frutos, folhas, raízes	CO ₂ , K ⁺ , Ca ²⁺ + V%, Fe-MI, Mn-MI, Zn-MI, CaO, MnO		
I	Quartzo hialino lascado, objeto metálico, carvões	Raízes	CO ₂ , MnO, Fe ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃ , K ₂ O, P ₂ O ₅ , MgO, Cu, Zn, Ba, K ⁺ , Ca ²⁺ , Fe-MI, X	Lascamento	
II / 1	Cerâmica, quartzo lascado, carvões, ossos e conchas calcinadas	Poucas raízes, cascas de árvore	CO ₂ , Fe ₂ O ₃ , K ₂ O, CaO, Ba, P ₂ O ₅ , P-MI, Fe-MI, Mn-MI, Zn-MI, Ca ²⁺ , K ⁺ , X	Fogueiras e atividades alimentares, Lascamento	Ra; Nn; PSD; Pgs; M-Q; St
III / 2	Muitas fogueiras, ossos e conchas calcinadas, cerâmica, um cartucho de bala, lascas de quartzo e sílexito	Poucas raízes, carvões, ossos e conchas	CO ₂ , K ₂ O, CaO, P ₂ O ₅ , P-MI, Mn-MI, Zn-MI, Ca ²⁺ , K ⁺ , X	Fogueiras e atividades alimentares, Lascamento	Ra; Qr; Nn; Nt; PSD; Gr; Gp; Pe; M-Q
III / IV	Um fragmento cerâmico, lascas de sílexito, seixos de quartzo lascados	Carvões, raízes capilares, ossos calcinados	CO ₂ , Fe ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃ , V ₂ O ₅ , K ₂ O, CaO, MnO, P ₂ O ₅ , P-MI, K ⁺ , X	Fogueiras e atividades alimentares	
IV Sup. / 3	Fogueira, osso calcinado, quartzo queimado, pigmento	Raízes, cascas de marimbondo,	CO ₂ , Fe ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃ , P ₂ O ₅ , K ₂ O, Zn, Mn, Fe-MI, P-MI, X	Atividades alimentares, Fogueiras, Preparação de Pigmentos ?	Ra; Qr; Nn; Ni; PSD; Pe; M-Q
IV Méd.	Lascas de quartzo e calcedônia, pigmento, mancha de carvão,	Raízes, sementes e coquinhos queimados, carvões esparsos	CO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , V ₂ O ₅ , K ₂ O, P ₂ O ₅ , Ba, Na ⁺ , K ⁺ , X	Atividade Pictórica, Lascamento, Fogueiras	
IV Inf. / 4	Lascas térmicas, pigmentos, poucas lascas de quartzo, quartzo e calcedônia	Raízes	Fe ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃ , V ₂ O ₅ , K ₂ O, P ₂ O ₅ , K ⁺ , Ba ⁺ , X	Lascamento, Fogueiras	Ra; Qr; PS; C; Pgs; Bgs; Mg; M-Q
IV / V	Lascas de sílexito, calcedônia, quartzo e quartzito		Al ₂ O ₃ , Zn, Fe ₂ O ₃ , V ₂ O ₅ , Ba, MgO, P ₂ O ₅ , X	Lascamento, Fogueiras, atividades alimentares	
V Méd. / 5	Lascas de quartzo, quartzito, calcedônia, sílexito, Núcleo de sílexito, pigmentos em grande quantidade	Coquinhos queimados	CO ₂ , Fe ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃ , V ₂ O ₅ , K ₂ O, Ba, Mn, Mn-MI, Cu-MI, X	Lascamento, Fogueiras, Preparação de pigmentos ? Contaminação por colúvio.	Ra; Qr; Nn; Ni; Pe; Gr; Gp; Mg; C; Fl; M-Q
V Inf. e V Inf A / 6	Lascas, artefato plano-convexo, uma bigorna, pigmentos, instrumento lítico com crosta de tinta	Coquinhos queimados	CO ₂ , K ₂ O, CaO, P ₂ O ₅ , Zn, K ⁺ , Fe-MI, P-MI, X	Lascamento, Fogueiras, atividades alimentares, Preparação de Pigmentos ?	Ra; Ni; PSD; Pe; C; Gr; Gp; M-Q
VI Sup. / 7 e 8	Um plano convexo, bloco com marcas de percussão, lascas de retoque, seixo fatiado	Fragmentos de carvão	CO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , V ₂ O ₅ , K ₂ O, Na ⁺ , P-MI,	Fogo e (Contaminação por colúvio)	Ra; Nt; Nn; Gr; Gp; Pe; M-Q

Ra – Revestimentos de argila; Qr – Quase-revestimentos; PSC – Preenchimento Solto Contínuo; Gr – Gãos com revestimentos de películas; Gp – Gãos com pontes; M-Q – Mônica-Quitônica; Nn – Nódulos nucleicos; Ni – Nódulos inpregnativos; Nt – Nódulos típicos; Pe – Poros de empacotamento simples; C – canais; Mg – Microagregado granular - Ma – Microagregado alongado; Fl – Microfragmento de lasca (Créditos do autor).

Figura 10



Nódulos de Fe em diferentes camadas arqueológicas apresentando processos de alteração pedogenética (Créditos do autor).

No nível VI superior, datado em 10.470 +/- 80 anos AP, os dados sugerem que a utilização principal do abrigo foi para preparação (fogueiras) e consumo de alimentos (indicado pela alta susceptibilidade magnética e teores de P, K e Ca disponível). Devido ao clima mais seco, provavelmente chuvas com maior poder erosivo foram responsáveis por remover parte do material arqueológico (carvões, cinzas e pequenos fragmentos de ossos, lascas) e trazer material coluvial para dentro do abrigo, o que é indicado pelos teores de Fe, Al e V e pelo ligeiro incremento da fração argila, se comparado com os níveis superiores.

Entre 10.470 anos AP e 9.560 anos AP houve intensificação da utilização do abrigo, o que é sugerido tanto pelo aumento de vestígios líticos (tabela 1) quanto pelos indícios de aquecimento (fogueiras) (registrado pelo aumento da susceptibilidade magnética, tabela 2). O aumento do número de fogueiras alimentares é sugerido pelo acréscimo dos valores de Ca e P (tabelas 4 e 5).

Nos anos seguintes até cerca de 8.580 anos AP foi o período de maior utilização do abrigo, indicado pelo considerável incremento de fragmentos líticos na área escavada (tabela 1). Foram encontrados poucos restos alimentares, tais como ossos e conchas queimadas, o que se reflete nos baixos valores de Ca, P disponível e total (tabela 4 e 5) como também de carbono orgânico (tabela 3) sugerindo baixa intensidade de fogueiras alimentares. A utilização do fogo é atestada pelos altos valores de susceptibilidade magnética (tabela 2), sendo possível a utilização de fogueiras para aquecimento, iluminação, preparação de pigmentos, tratamentos térmicos para lascamentos (?), etc.

Nos níveis que se encontram entre 8.560 anos AP e 1.170 anos AP os elevados teores de Fe e Al indicam aumento de origem colúvio-aluvionar para

dentro do abrigo, podendo também estar associados à presença de pigmentos. O coluviamento também é indicado pelo aumento dos teores de silte somados aos teores de argila que aumentam entre os níveis V médio e IV médio. Além disso, há alguns microambientes com orientação da fração grossa e presença de estruturas lamelares. O sítio foi utilizado para lascamento também sendo utilizado para pintar o paredão. O uso de fogueiras frequentes é evidente no nível IV inferior ao superior, devido ao aumento dos teores de K, Ca, P, susceptibilidade magnética (tabelas 2 e 3), além de ser observado grande presença de material orgânico compondo a fração fina e microarvões e nódulos compondo a fração grossa.

Entre 1.170 anos e 610 anos AP ocorreram eventos de fogueiras de alta intensidade ou frequência no sítio, que ocasionou uma extensa lente de carvão e os valores mais elevados de susceptibilidade magnética, carbono orgânico, fosforo, cálcio e cobre de todos os horizontes analisados. A hipótese de uma grande queimada na área externa do sítio e processos de coluviamento sendo os responsáveis por levarem os carvões e os depositarem dentro do sítio formando uma lente de carvão foi descartada. Não há incremento de argila bem como de óxidos de Fe, Al e V no nível III que indique a origem do processo de coluviamento. De fato, o que ocorre é que tanto os teores de argila como de óxidos (Fe, Al e V) na transição III/IV e no nível III são os mais baixos de todo o perfil.

5 - CONCLUSÃO

Os materiais que originaram o solo do sítio Bibocas II foram sedimentos essencialmente colúvio-aluvionares e materiais aportados pela atividade antrópica. Os grupos humanos que utilizaram o abrigo chegaram ao local durante o Holoceno inicial, há aproximadamente 10.500 anos AP, possivelmente em condições climáticas mais secas do que a atual. Sugere-se que as principais atividades antrópicas nesta época, estão relacionadas a fogueiras, as quais podem ter servido para inúmeras funções, desde apenas iluminação, até lascamento, preparação de alimentos, entre outros.

Entre 9.000 e 8.000 anos AP a utilização do abrigo por grupos pré-históricos é intensificada, o que é atestada tanto pelos numerosos artefatos quanto pelos valores de P, K, Ca e de maior Susceptibilidade Magnética.

O solo apresenta pouco desenvolvimento da pedogênese, que se expressa através de recobrimentos de argilas, quase-recobrimentos, feições pedológicas de preenchimentos, nódulos nucléicos e típicos, e microestruturas predominantemente em grãos com películas com variações em grãos interligados com pontes, e algumas ocorrências de microagregados granulares e alongados formadas por microcarvões,

grãos de quartzo, óxidos de Fe e caulinitas. Sua característica pulverulenta está fortemente relacionada à textura franco-arenosa, aos baixos teores de argila, aos raros ciclos de umedecimento/secagem e à incipiente atividade biológica.

A atividade antrópica foi o fator que mais exerceu influência para o estabelecimento das características químicas do solo. Os elevados teores de P, K, Ca (detectados com Melhich-I) COS e susceptibilidade magnética se mostraram bons indicadores de ocupação humana. Estas características são relacionadas principalmente ao aquecimento do material de solo e restos alimentares (vegetais e animais) pelo calor de fogueiras. A elevada correlação dos teores de P com os teores de cálcio e zinco e COS apontam para a origem do P orgânico carbonizado. Sua associação com microcarvões reflete a capacidade do *biochar* de reter P, contribuindo assim para a fertilidade do solo, o que ainda não se sabe é se o P está associado diretamente ao carvão, ou adsorvido a algum óxido de Fe e Al, que normalmente se encontram associados ao *biochar*.

Além do *biochar*, que é de origem antrópica, a ocupação humana propiciou o surgimento de novos minerais, atestados pelos minerais magnéticos (Magnetitas e/ou Maghemitas) de origem antrop-pedogênicas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq e a FAPEMIG por financiarem as pesquisas no sítio Bibocas II e pela concessão da bolsa de doutorado e ao SISNANO por financiar o Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura do Departamento de Física da UFV e Núcleo de Microscopia e Microanálise da UFV. Aos pareceristas, que muito contribuíram com o artigo final.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, Aziz Nacib. 2006. Megageomorfologia do Território brasileiro, *In*: CUNHA, Sandra. B. e GUERRA, Antônio. J, T. *Geomorfologia do Brasil*. 4^a ed. Rio de Janeiro, Bertrand, Basil. 388 p.
- ARAUJO, Astolfo G. M.; NEVES, Walter A.; KIPNIS, Renato. 2012. Lagoa Santa Revisited: An Overview of the Chronology, Subsistence, and Material Culture of Paleoindian Sites in Eastern Central Brazil. *Latin American Antiquity*, v. 23: 533-550.
- ARAÚJO, Astolfo G. M.; STRAUSS, André M.; FEATHERS, James K.; PAISANI, Julio C.; SCHRAGE, Thomas J. 2013. Paleoindian open air sites settings: A case Study in formation process, Dating Methods, and Paleoenvironmental Models in Central Brazil. *Geoarcheology: An International Journal*, v. 28: 195-220.
- BASSI, Luis Felipe. 2012. *Tecnologia lítica: Análise diacrônica dos níveis mais antigos do sítio arqueológico Bibocas II, Jequitaiá-MG*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Antropologia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 286 p.
- BELLOMO, Randy V. 1993. Methodological Approach for identifying Archaeological Evidence of fire resulting from Human Activities, *Journal of Archaeological Science*, v. 20: 525-553.
- BOËDA, Eric; CLEMENTE-CONTE, Ignácio; FONTUGNE, Michel; LAHAYE, Christelle; PINO, Mario; FELICE, Gisele D.; GUIDON, Niède; HOELTZ, Sirlei; LOURDEAU, Antoine; PAGLI Marina; PESSIS Anne-Marie; VIANA, Sibeli; COSTA, Amélie; DOUVILLE, Eric. 2014. A new late Pleistocene archaeological sequence in South America: the Vale da Pedra Furada (Piauí, Brazil). *Antiquity*, v. 88: 927-941.
- BUTLER, Robert F. 1992. *Paleomagnetism: Magnetic Domains to Geologic Terranes*. BlackWell, Boston, 319 p.
- CORREA, Guilherme R.; SCHAEFER, Carlos E. G. R.; GILKES, Robert J. 2013. Phosphate location and reaction in an archaeoanthrosol on shell-mound in the Lakes Region, Rio de Janeiro State, Brazil. *Quaternary International*, v. 315: 16-23.
- CORREA, Guilherme R.; SCHAEFER, Carlos. E. G. R.; MELO, Vander. F.; SOUZA, Klebersom. W.; KER, João C.; RODRIGUES, Igor M. M.; SENRA, Eduardo O. 2011. Physical and chemical attributes of archaeological soils developed from shell middens in the região dos lagos, Rio de Janeiro, Brazil *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 35: 1100-1111.
- CODEVASF. 1997. *Levantamento Semi-Detalhado dos solos do Projeto Jequitaiá*

- EIDT, C. Robert. 1977. Detection and Examination of Anthrosols by Phosphate Analyses. *Science*, v. 197: 1327-1333.
- ELLWOOD, Brooks B.; PETER, Duna E.; BALSAM, Willian; SCHIEBER, Jurgen. 1995. Magnetic and Geochemical Variations as Indicators of Palaeoclimate and Archaeological Site Evolution: Examples from 41TR68, Fort Worth, Texas. *Journal of Archaeological Science*, v. 22: 409-415.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. 2012. *Manual de métodos de análise de solo*. 2. ed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 212 p.
- FRASER, James; TEIXEIRA, Wenceslau G; FALCÃO, Newton; WOODS, Willian; LEHMANN, Johannes; JUNQUEIRA André B. 2011. Anthropogenic soils in the Central Amazon: from categories to a continuum, *Area*, v. 43: 264–273.
- FISCHER, Hulmer; LUSTER, Jorg; GEHRING, Andreas U. 2007. EPR evidence for maghemitization of magnetite in a tropical soil. *Geophysical Journal International*, v. 169: 909–916.
- GASPAR, Maria Dulce. 2000. *Sambaqui: arqueologia do litoral brasileiro*. Rio de Janeiro. Jorge Zahar. 89 p.
- GLASER, Bruno; HAUMAIER, Ludwig; GUGGENBERGER, Georg; ZECH, Wolfgang. 2001. The “Terra Preta” phenomenon: a model for sustainable agriculture in the humid tropics. *Naturwissens- chaften*, v. 88: 37–41.
- GIBSON, Terrance H. 1986. Magnetic prospection on prehistoric sites in Western Canada. *Geophysics*, v. 51: 553-560.
- GOLDBERG, Paul e NATHAN, Yadin. 1975. The phosphate mineralogy of et-Tabun cave, Mount Carmel, Israel. *Mineralogical Magazine*, v. 40: 253–258.
- ISNARDIS, Andrei. 2009. *Entre as Pedras: as ocupações pré-históricas recentes e os grafismos rupestres da região de Diamantina, Minas Gerais*. Tese de Doutorado. São Paulo: Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo. 279 p.
- KERN, Dirce C. e KAMPF, Nestor. 1989. Antigos assentamentos indígenas na formação de solos com terra preta arqueológica na região de Oriximiná, Pará. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.13: 219–225.
- KERN, Dirce C e COSTA, Marcondes L. 1997. Composição química de solos antropogênicos desenvolvidos em Latossolo Amarelo derivados de lateritos. *Geociências*, v. 16: 141–156.
- LAHAYE, Christelle; HERNANDEZ, Marion; BOËDA, Eric; FELICE, Gisele. D; GUIDON, Niède; HOELTZ, Sirlei; VIANA, S. Antoine Lourdeau, PAGLI Marina; PESSIS, Anne-Marie; RASSEG, Michel; VIANAH Sibeli. 2013. Human occupation in South America by 20,000 BC: the Toca da Tira Peia

- site, Piauí, Brazil. *Journal of Archaeological Science*, v. 40: 2840–2847.
- LEDRU, Maie-Pierre. 1993. Late Quaternary environmental changes in Central Brazil. *Quaternary Research*, v. 39: 90-98.
- LIANG Biqing; LEHMANN, Johannes; SOLOMON, Dawit; KINYANGI, James; GROSSMAN, Jonathan; SKJEMSTAD, Jan; THIES Jhon, LUIZÃO Fernando J. J.; NEVES, Eduardo. G. 2006. Black Carbon Increases Cation Exchange Capacity in Soils, *Soil Science Society of American* v. 70: 1719–1730.
- LIMA, Hedinaldo; SCHAEFER, Carlos. E. G. R.; MELLO, Jaime W. V.; GILKES, Robert J.; KER João C. 2002. Pedogenesis and pre-Colombian land use of “Terra Preta Anthrosols” (“Indian black earth”) of Western Amazonia. *Geoderma*, v. 110: 1–17.
- MACPHAIL, Richard; GOLDBERG, Paul. 2010. Archaeological Materials *In*: STOOPS, George; MARCELINO, Vera; MEES, Floria; *Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths*, Elsevier, Amsterdam. 750p.
- MACPHAIL, Richard e CROWTHER, James. 2007. Soil micromorphology, chemistry and magnetic susceptibility studies at Huizui (Yiluo region, Henan Province, northern China), with special focus on a typical Yangshao floor sequence. *IndoPacific Prehistory Association Bulletin*, v. 27: 103–113.
- MARWICK, Ben. 2005. Element concentrations and magnetic susceptibility of anthrosols: indicators of prehistoric human occupation in the inland Pilbara, Western Australia. *Journal of Archaeological Science*, v. 32: 1357-1368
- MILEK, Karen e ROBERTS, Howell. 2013. Integrated geoarchaeological methods for the determination of site activity areas: a study of a Viking Age house in Reykjavik, Iceland. *Journal of Archaeological Science*, v. 40: 1845-1865.
- NOLASCO, Raquel. 2015. *Se misturar, separa? Análise tecnológica de indústrias de quartzo de Jequitaiá, Minas Gerais*. Monografia de final de curso. FAFICH. UFMG, Belo Horizonte, 115 p.
- ÖZDEMİR, Özden e DUNLOP, David. J. 2010. Hallmarks of maghemitization in low-temperature remanence cycling of partially oxidized magnetite nanoparticles. *Journal of Geophysical Research*. v. 115: 1-10.
- PENHA, Ulisses Cyrino. 2015. *Prospecção de Jazidas Líticas em Arqueologia: uma Proposta Metodológica*, Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Antropologia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 227 p.
- PROUS, André. 1992. *Arqueologia Brasileira*. Brasília, UnB, 605 p.
- PROUS, André. 1991. Fouilles de L’Abri du Boquete. Minas Gerais, Bresil. *J. Soc. Am.* v. 77: 77–109.
- PROUS, André; FOGAÇA, Emilio. 1999. Archaeology of the Pleistocene-Holocene

- boundary in Brazil. *Quaternary International* v. 53/54: 21 – 41.
- PROUS, André; RODET, Maria Jacqueline (Orgs.). 2009. Arqueologia do Vale do Rio Peruaçu e Adjacências – Volume XIX. *Arquivos do Museu de História Natural e Jardim Botânico- UFMG*. Belo Horizonte, Minas Gerais, 533 p.
- RODET, Maria Jacqueline. RODET, M. J. 2006. Étude technologique des industries lithiques do nord de Minas Gerais, Brésil. Depuis le passage Pléistocène/ Holocène jusqu'au contact – XVIIIème siècle. Tese de Doutorado: Universidade de Paris X. 516p.
- RODET, Maria Jacqueline. 2010. *Arqueologia nas planícies e afluentes do Alto-médio São Francisco Municípios de Jequitaiá e Buritizeiro*, Relatório Final do Projeto CNPq – Processo nº: 482546-2007/7 Belo Horizonte, 98 p.
- RODET, Maria Jacqueline; DUARTE-TALIM, Déborah; FERNANDES, Henry Luydy. 2013. Experimentações da percussão sobre bigorna no cristal de quartzo. *Revista Espinhaço*. 2(2): 147-152.
- SCHAEFER, Carlos. E. G. R.; LIMA, Hedinaldo; GILKES, Robert; MELLO, Jaime. W. V. 2004. Micromorphology and electron microprobe analysis of phosphorus and potassium forms of an Indian Black Earth (IBE) Anthrosol from Western Amazonia. *Australian Journal of Soil Research*, v.42: 401-409.
- SCHMIDT, Morgan J.; DANIEL, Anne R. P.; MORAES, Claude P.; VALLE, Raoni B. M.; CAROMANO, Caroline. F.; TEXEIRA, Wenceslau. G.; BARBOSA, Carlos. A.; FONSECA, João. A.; MAGALHÃES, Marcos. P.; SANTOS, Daniel S. C.; SILVA Renan. S.; GUAPINDAIA, Vera. L.; MORAES, Bruno; LIMA Helena P.; NEVES Eduardo G.; HECKENBERGER, Michael I. J. 2014. Dark earths and the human built landscape in Amazonia: a widespread pattern of anthrosol formation, *Journal of Archaeological Science*, v. 42: 152-165.
- SILVA, Ana Lidia. 20015. *Análise tecno-morfológica das indústrias líticas do sítio arqueológico Bibocas II, município de Jequitaiá, estado de Minas Gerais*. Monografia de final de Curso FAFICH, UFMG. 102 p.
- SILVA, Leandro Vieira. 2013. *O antropogênico e o geogênico na sedimentologia pré-histórica de Lagoa Santa: estudo geoarqueológico da Lapa do Niáctor*. Dissertação de Mestrado FAFICH/UFMG, 180 p.
- STEINER, Christoph; TEIXEIRA, Wenceslau G.; LEHMAN, Johannes; NEHLS, Thomas; MACÊDO, Jeferson V. L.; BLUM, Winfried E. H.; ZECH, Wolfgang. 2007. Long term effects of manure, charcoal and mineral fertilization on crop production and fertility on a highly weathered Central Amazonian upland soil. *Plant and Soil*, v.291: 275–290.
- TEIXEIRA, Wenceslau G; PLENS, Cláudia R; MACEDO, Rodrigo S; FIGUTI, Levy. 2012. Caracterização de um perfil de solo desenvolvido no Sambaqui fluvial Moraes, município de Miracatu - SP. *Revista do Museu de Arqueologia e*

Etnologia, v. 22: 181-194.

- TSATSKIN, Alexander e Zaidner Yossi. 2013. Geoarchaeological context of the later phases of Mousterian occupation (80 e 115 ka) at Neshar Ramla, Israel: Soil erosion, deposition and pedogenic processes. *Quaternary International*. v. xxx: 1-12.
- YEOMANS, Jane C. e BREMER, Jhon M. 1988. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Commun. Soil. Sci. Plant Anal.* v. 19: 1467 – 1476.
- VILHENA VIALOU, Águeda. 2003. Santa Elina rockshelter, Brazil: Evidence of the coexistence of Man and *Glossotherium*. In: Texas A&M University. (Org.). *A Peopling of the Americas Publication*. v.1: 21-28.
- VILHENA VIALOU, Águeda. 1994. Abrigo rupestre de Santa Elina: ocupações pré-históricas associadas a megafauna. *Revista de História da Arte e Arqueologia*. v.1: 261-262.
- VILLAGRAN, Ximena Suarez. 2010. *Estratigrafias que falam: Geoarqueologia de um sambaqui monumental*. São Paulo: Annablume, v. 1. 205 p.
- VASCONCELOS, Bruno. N. F.; KER, João K.; SCHAEFER, Carlos E. G. R.; PROUS, André; ANDRADE, Felipe V. 2013. Antropossolos em sítios arqueológicos de ambiente cárstico no norte de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 37: 986-996,
- WOODS, Willian e McCANN, Joseph. 1999. The antropogenic origin and persistence of Amazonian dark earths. In. C. Caviedes (Ed). *Yearbook. Conference of Latin Americanist Geographers*. v. 25: 7-14 Austin University of Texas Press.