

**A SUSCETIBILIDADE MAGNÉTICA COMO MEDIDA DE DETECÇÃO DE
HEMATITA NO ABRIGO DE ITAPEVA, SP**

MAGNETIC SUSCEPTIBILITY AS A MEASURE OF HEMATITE DETECTION IN
ABRIGO DE ITAPEVA, SP

Tatiane de Souza

Como citar este artigo:

SOUZA, Tatiane de. A suscetibilidade magnética como medida de detecção de hematita no Abrigo de Itapeva, SP. Cadernos do Lepaarq, v. XVIII, n.35, p. 198-216, Jan-Jun. 2021.

Recebido em: 04/12/2020

Aprovado em: 10/05/2021

Publicado em: 25/06/2021

ISSN 2316 8412

A suscetibilidade magnética como medida de detecção de hematita no Abrigo de Itapeva, SP

Magnetic susceptibility as a measure of hematite detection in Abrigo de Itapeva, SP

Tatiane de Souza^a

Resumo:

Poucos são os trabalhos em arqueologia que utilizam métodos provenientes da geofísica para elucidar problemas arqueológicos em abrigos rupestres. Neste artigo, utiliza-se a suscetibilidade magnética para identificar e avaliar a existência de hematita no Abrigo de Itapeva, SP, como meio de verificar a estratigrafia. A utilização do método permitiu detectar não somente níveis de desestabilização muito acima do normal, mas, também níveis de estabilidade, o que permite realizar uma análise estratigráfica baseada nesta técnica. Os resultados apontam para uma sequência de sinais magnéticos alternantes na quadra G6, enquanto na quadra D18, uma estabilidade acentuada. Este diagnóstico indica diferenças importantes na existência de níveis e sequências estratigráficas entre estas unidades e pode relacionar-se a atividades diferenciadas, como deposição de hematita ou de estruturas de fogueiras.

Palavras-Chave:

Suscetibilidade magnética; Arqueomagnetismo; Abrigo de Itapeva; Estratigrafia; Hematita.

Abstract:

Few works in archaeology use methods from geophysics to elucidate archaeological problems in rock shelters. In this article, magnetic susceptibility is used to identify and assess the existence of hematite in Itapeva rock shelter, SP, as a means of verifying stratigraphy. The use of the method allowed to detect not only levels of destabilization far above normal, but also levels of stability, which allows a stratigraphic analysis based on this technique to be carried out. The results point to a sequence of alternating magnetic signals in unit G6, while in unit D18, marked stability. This diagnosis indicates important differences in the existence of stratigraphic levels and sequences between these units and can be related to different activities, such as deposition of hematite or bonfire structures.

Keywords:

Magnetic susceptibility; Archaeomagnetism; Itapeva shelter; stratigraphy; hematite.

^a Pós-doutoranda do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. E-mail: tatiane_sza@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

Este artigo trata da aplicação da suscetibilidade magnética no Abrigo de Itapeva como técnica de detecção de hematita. O Abrigo de Itapeva é um sítio arqueológico localizado na região sudeste do estado de São Paulo, cujas informações de sua existência remontam ao século XIX, por meio dos relatos do Dr. Orville Derbi que descreve a Tristão de Alencar Araripe a presença de arte rupestre, cerâmica, ossos humanos, líticos, materiais orgânicos variados. Esse sítio em 1970 foi estudado por Desidério Aytai que se debruçou exaustivamente sobre a arte rupestre. A descrição do suporte rochoso é classificatória, incluindo divisões segundo as técnicas executadas e podem ser divididas em sulcos de profundidade e largura diferentes, parcialmente pintada em diferentes cores e desenhos pintados em cor vermelha diretamente sobre a superfície natural das rochas, em que em alguns trechos da silhueta do animal, usa-se a técnica do tracejado (AYTAI, 1970, p. 31).

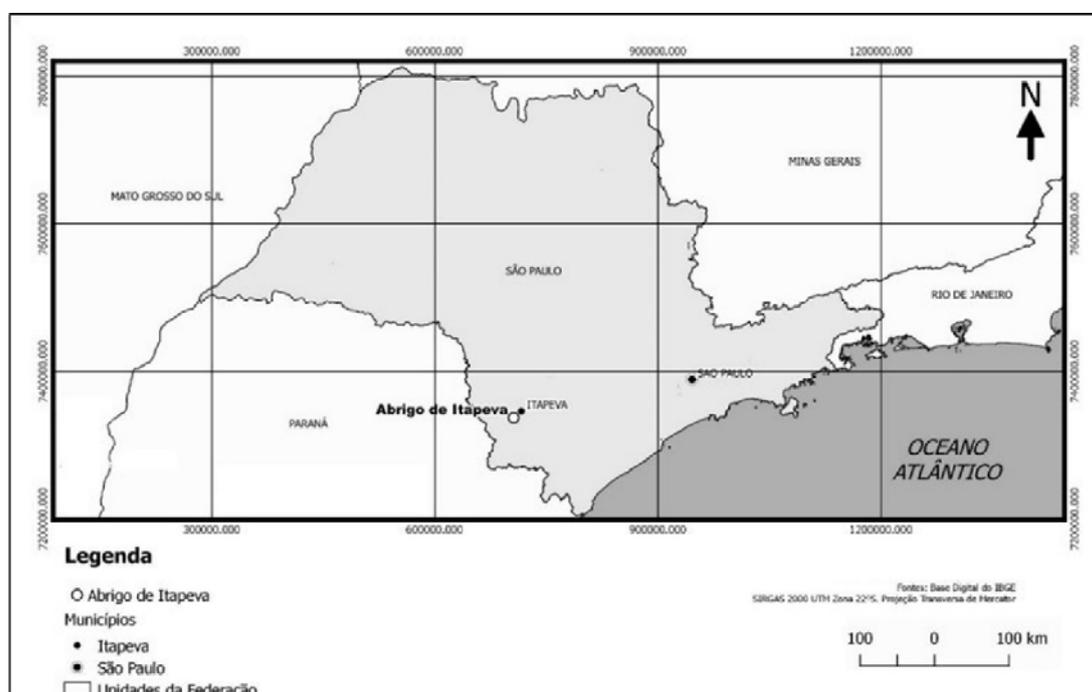


Figura 1 – Localização do Abrigo de Itapeva, SP.

A partir de julho de 2015 começaram uma série de escavações em etapas consecutivas para abrir quadras de 1 m². O objetivo era atingir a profundidade máxima, recolher a cultura material e efetuar datações radiocarbônicas. Foram abertas três unidades de escavação contíguas constituindo uma pequena trincheira no setor norte, enquanto no setor sul, foi aberta apenas uma unidade de escavação, somando-se quatro na totalidade. As principais unidades de escavação estudadas são as denominadas D18 e G6. A unidade de escavação D18 é constituída por 14 níveis estratigráficos artificiais de 10 cm e forma um pacote estratigráfico espesso, afunilado em função de blocos areníticos no quadrante NE/SE, sendo formada por 6 fácies arqueológicas que foram descritas conforme as características de textura, granulação e cor. A unidade de escavação G6 possui 15 fácies

e 12 níveis artificiais de escavação, além de muitos materiais associados como fauna, lítico, cinzas e concentrações diferenciadas de elementos orgânicos.

Na última campanha de campo foram abertas sondagens de controle no topo do abrigo, na Formação Furnas, rente ao desfiladeiro e mais adentro já em área de cerrado fechado. Na Formação Itararé foi realizada uma sondagem de controle à margem da plantação de soja, na estrada que dá acesso ao desfiladeiro. Na sondagem rente ao desfiladeiro, o aspecto do solo é arenoso franco-argiloso, sendo constituído por três horizontes: A,B,C. A sondagem 2 possui a mesma constituição. A sondagem realizada na Formação Itararé é predominantemente argilosa, perfazendo o horizonte Bt, ao passo que o horizonte A foi destruído pela agricultura. Entre 32cm e 65 cm temos o Horizonte Bw.

Em 2016 foram enviadas 5 amostras de carvão da unidade D18 para o *Beta Analytic Inc.* datadas pela técnica AMS (*Accelerator Mass Spectrometry Method*). Os níveis artificiais de onde foram coletados os carvões são respectivamente 2, 4, 6/7 e 13/14. É importante afirmar que no último nível há uma distância de 5 cm entre os carvões, que se alojam em fácies distintas.

Tabela 1 – Datação radiocarbônica do Abrigo de Itapeva. Araujo, 2016.

Amostra	CRA	Data cal	Data cal (AD)	CI 95% +- SE	CI 95% +- SE (AD)
		(BP)		(BP)	
Beta 432530	640 +-30	560	1.390	575; 540	1.375; 1.410
Beta 432531	860+-30	730	1.220	770; 675	1.180; 1.275
Beta 432532	860+-30	730	1.220	770; 675	1.180; 1.275
Beta 432533	1.470+-30	1.310	640	1.365; 1.295	585; 655
Beta 432534	4.770+-30	5.510	3.620	5.585; 5.505	3.635; 3.555
		5.560	3.610	5.585; 5.505	3.635; 3.555
		5.470	3.520	5.490; 5.445	3.540; 3.495

CRA = Idade Radiocarbônica convencional, BP = Antes do Presente (depois de 1950); AD = Anno Domini; CI = Intervalo de Confiança; SE = Erro Padrão

1. A suscetibilidade magnética como técnica de detecção de fatores de formação de rochas.

A suscetibilidade magnética pode ser definida como o grau que uma substância pode ser magnetizada, sendo que sua determinação é realizada pela aplicação de um campo magnético cujo equilíbrio resultante será dependente da combinação dos minerais presentes no solo (CARDOSO et al., 2015-2016, p.17). Também é considerada a expressão externa das características internas do átomo que constituem o mineral, explica o comportamento dos minerais quando submetidos à ação de um campo magnético externo (MELO SILVA, 2014).

Segundo (JOHNSON et al., 2001), os minerais magnéticos são derivados de ferro e titânio, considerados os mais importantes encontrados na natureza e podem ser considerados micromarcadores dos atributos do solo, armazenando arquivos naturais dos registros dos processos de formação. Os principais fatores que influenciam o magnetismo das rochas são: o tipo do mineral magnético, o tamanho do grão e suas anisotropias (característica própria de certos minerais que se

manifesta de modo diferente e adquire magnetização remanente) (D' AGRELLA FILHO, S/D).

A magnetização remanente ou residual é a capacidade de adquirir magnetização. A rocha adquire magnetização durante sua formação, a qual é denominada magnetização remanente primária ou adquire magnetizações posteriores a sua formação, em função de processos físicos e químicos que são denominados magnetizações remanentes secundárias (D' AGRELLA FILHO, S/D). Certos materiais como óxidos de ferro podem produzir campos magnéticos na ausência de campos magnéticos externos. Esses são chamados momentos magnéticos “espontâneos”, também são o resultado de spins de elétrons que, em alguns cristais, agem de forma coordenada, produzindo assim um campo magnético que forma a base do campo do paleomagnetismo (TAUXE, 2005).

2. A suscetibilidade magnética usada na arqueologia e associações com a hematita.

A suscetibilidade magnética encontra vários usos em diversos estudos, sendo aplicada em diversos campos do conhecimento. Na arqueologia, este tipo de estudo foi utilizado com grande sucesso na arqueologia de Sambaqui (GASPAR, 2000; DeBLASIS e GASPAR, 2012; CARDOSO et al., 2015-2016), na arqueologia Amazônica (KERN, 1989; GLASER, 2007; DENEVAN, 2011; AQUINO, 2016) e na arqueologia Histórica (HARTMANN, 2010; POLETTI et al., 2011). Poucos são os trabalhos que abordam esta técnica em arqueologia de abrigos sob rocha (AJAS et al., 2013; BULL; GOLDBERG, 2008) sob o ponto de vista intra-sítio que tenta deslindar a estratigrafia ou murais pictóricos (CHIARI e LANZA, 1997, 1999; ZANELLA et al., 2000).

Dentre suas contribuições, o que a suscetibilidade magnética pode fazer pela arqueologia é checar a desidratação dos argilominerais com algum conteúdo de ferro e hidróxidos de ferro secundários (oriundos do intemperismo) e suscitar se há uma mudança de fase mineral e por consequência uma variação da suscetibilidade magnética destes minerais (ROCHA et al., 2011).

Quando se trata de rochas, a suscetibilidade magnética depende da quantidade e modo de distribuição dos grãos minerais ferromagnéticos nela contida (GRANT; WEST, 1965). Os minerais ferromagnéticos ocorrem nas rochas e em condições normais a maioria dos tipos de solos possui quantidade entre 1% a 10% de óxidos de ferro - magnetita (Fe_2O_3), maghemita ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) e hematita ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$), sendo a susceptibilidade constante com valores altos e positivos (CARMO, 2017, p.23).

Dentre os minerais mais comuns identificados por esta técnica está a hematita. A hematita é um tipo de óxido de ferro encontrado em rochas ígneas, metamórficas e principalmente sedimentares, as quais são na maioria das vezes produtos de oxidação de outros minerais que contém ferro. Pode se tornar ferromagnética quando planos vizinhos se ligam a ela e produz um fenômeno denominado ferromagnetismo parasítico, representando variação na anisotropia com o aumento da temperatura (D'AGRELLA FILHO, S/D).

Apesar de uma remanência magnética fraca, a hematita apresenta alta coercividade e temperatura de bloqueio ou quando a rocha esfria e passa pela temperatura de Curie dos minerais ferromagnéticos, aparecendo uma magnetização espontânea. A temperatura em que isto ocorre

é chamada de temperatura de bloqueio (TB), normalmente acima de 600°C, produzindo assim, magnetização estável a qual pode ser preservada na rocha durante processos de metamorfoses (D'AGRELLA FILHO, S/D). Outra variação possível é a transformação da hematita em magnetita ou maghemita quando reflete o aquecimento a temperaturas muito altas (AJAS et al., 2013).

Autores como Leute (1987), mencionam que o processo de queima não altera o total de ferro contido no material, mas o redistribui nos óxidos de ferro. Chiari e Lanza (1997) desenvolveram a técnica sobre arqueomagnetismo aplicado aos remanescentes de pinturas murais, detectando que estas são claramente feitas por grãos de hematita que estão presentes nos pigmentos. Quando este pigmento é aplicado ao suporte rochoso, estes grãos estão livres para se mover e alinhar seu movimento magnético com o campo magnético da terra. Depois da pintura seca, os grãos magnéticos mantêm sua orientação adquirindo uma remanente pictural magnética (CHIARI e LANZA, 1997, p.16).

Em se tratando de um abrigo rupestre é possível que a suscetibilidade magnética indique por meio da quantidade e formas de dispersão do óxido de ferro no solo, níveis magnéticos relacionados com a produção de arte rupestre devido a deposição deste tipo de material. No Abrigo Bibocas II (Sousa et al., 2015), descreve que os óxidos de Fe e Al 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 (SOUSA et al., 2015, p. 178).

Dada a grande detecção de quantidade de carvão visto a olho nu e cinzas detectadas em seção delgada no Abrigo de Itapeva é interessante notar que processos de aquecimento ocorreram e podem além de remanência natural de minerais, também indicar remanência causada por ação humana. Esta informação é importante porque nos processos de queima de carvão vegetal, ocorre a transformação dos óxidos de ferro perante a presença de material orgânico no solo conforme verificado nas TPAs (Terras Pretas Amazônicas), enquanto o aquecimento sucessivo do solo abaixo das fogueiras ocasiona a recristalização de goethita e hematita em minerais magnéticos, de modo que a magnetização é uma característica comum em sítios arqueológicos (SOUSA et al., 2015 p. 187).

3. Materiais e métodos

Hartmann (2010) destaca que no Brasil a intensidade do campo magnético é menor em função da anomalia do atlântico sul (Hartmann e Pacca, 2009). Dada esta anomalia, a componente remanente torna-se mais importante frente a magnetização induzida (HARTMANN, 2010). Os campos magnéticos são produzidos por eletroímãs e os polos são fabricados de forma a aumentar o gradiente do campo aplicado. Conforme este fato, a força magnética é a principal força externa que atua sobre as partículas em um separador magnético, sendo proporcional à intensidade do campo magnético aplicado, de modo que estudar o nível de remanência dos minerais em solos e sedimentos se faz por indução magnética.

A constante mineralógica serve como uma medida qualitativa da presença de minerais magnéticos (DEARING, 1994). O medidor de campo magnético mede especificamente a intensidade e a direção das linhas dos campos magnéticos ou a diferença de frequência da suscetibilidade

magnética por unidade de massa. Nesse caso, solos e sedimentos arqueológicos servem como uma medida qualitativa de minerais magnéticos simples (silicatos) e múltiplos (óxidos e hidróxidos) como aponta Dearing (1994).

Uma das características da susceptibilidade magnética por unidade de massa (χ_{FD} ,%) é determinada pela diferença entre as medidas em baixa e alta frequência, conforme a expressão: χ_{FD} (%) (massa) = $100 \times [(\chi_{BF} - \chi_{AF}) / \chi_{BF}$ (unidade de massa) (χ_{BF}) (DEARING, 1994). De modo que χ_{FD} % é a razão entre a porcentagem de material superparamagnético (que apresenta magnetização apenas na presença de um campo magnético externo) sendo este um parâmetro que indica a possibilidade do material estar sendo produzido por queima ou outro fator de imantação.

É importante ressaltar que este resultado mede χ_{FD} % ou proporções relativas calculadas de minerais imantados por um campo magnético. Para materiais do tipo paramagnéticos e ferromagnéticos o direcionamento é positivo; para minerais diamagnéticos o direcionamento é negativo.

As amostras foram coletadas a partir dos níveis artificiais das unidades de escavação D18 e G6 e das sondagens de controle fora do sítio arqueológico. Totalizaram 64 amostras. A susceptibilidade magnética foi medida em duas frequências: frequência (976 Hz) (baixa frequência) e frequência (15.616 Hz) (alta frequência) por meio de um condutor de campo magnético em sala blindada.

O procedimento técnico foi a colocação das amostras em tubos de acrílico; pesagem do volume; pesagem da massa (subtração do volume dos tubos de acrílico para obter o valor da massa); medidas em duas frequências (976 Hz) e (1516 Hz) com repetições de três vezes em medidor de campo magnético e o envio dos dados do medidor de campo magnético para planilha. Todos os dados brutos encontram-se no anexo 1.

Uma outra técnica foi aplicada para destacar os dados relacionados à hematita e suas diferenças em relação às estruturas de combustão. Esta análise é MEV ou microscopia eletrônica de varredura que tem como princípio varrer a superfície da amostra, interagindo com a matéria, gerando diferentes tipos de sinais que podem oferecer informações sobre a morfologia e composição química do material (DEDAVID et al., 2017).

Usamos o protocolo de (DEDAVID et al., 2007) em que usa o tingimento que aumenta o contraste necessário para a aquisição das imagens; fratura são utilizadas para analisar as deformações plásticas em zonas de cisalhamento ou fissuras; o ataque químico que aumenta potencialmente as informações necessárias para a microscopia eletrônica. Existem duas categorias principais: dissolução e ataque ácido e, por fim, montagem da amostra – A amostra, após preparação, foi colocada em suporte metálico (stub) e o material fixado no suporte com fitas dupla-face de C, Cu.

Deste modo, a metodologia privilegiou a identificação e separação dos minerais magnéticos na estratigrafia por meio de medição de susceptibilidade magnética e uso de microscopia eletrônica de varredura.

4. Descrição das Unidades de escavação e sondagens de controle.

4.1 Unidade D18 - Nos níveis 1 a 7 o solo apresenta uma mancha escura no centro com grande quantidade de carvão. No nível 5 começa a haver clareamento da mancha escura em meio a carvões centimétricos, nota-se a presença de blocos de arenito queimado. No nível 8 continua a prevalecer o sedimento com variação e sinais de cinzas e carvões. No nível 9 apresenta fragmentos centimétricos e silte, a coloração passa a se tornar acinzentada depois de 5 cm de escavação. Foi retirado um bloco de arenito com marcas de queima. No nível 10 há grande concentração de carvão contido entre os blocos de arenito. No nível 11 se mantém a situação anterior. No nível 12 diminui a quantidade de material arqueológico. No quadrante noroeste aparecem poucos arenitos com marcas de queima. No nível 13 há apenas a presença de material lítico. No nível 14 devido à dificuldade de escavação dos quadrantes NW, SW e SE, encerrou-se a escavação. Não obstante, foram ainda peneirados e coletados poucos micro carvões, sementes e microlascas.

4.1.1 Unidade G6 – Verifica-se que a escavação na unidade G6 até o nível 3, aparece grande quantidade de carvão no quadrante SW. Ainda não está presente o bloco que delimitaria a porção SW da quadra. Neste nível de ocupação, nota-se sedimento bastante solto e grande quantidade de carvão disperso, sem que manchas específicas de cinza fossem notadas. O nível 4 apresenta uma composição complexa de fácies. No nível 5 nota-se concreções de terra queimada e alta concentração de carvão. No nível 6, nota-se arenitos queimados junto à fácies 8 e manchas de difícil delimitação. O nível 7 tem como característica a variação e a dificuldade de delimitação das fácies. Se restringem ao nível 8, pequenos fragmentos arenosos e pequenos torrões de terra compactada e centimétricas. No nível 10, apresenta como característica fundamental um limite difuso entre este nível e os abaixo deste. No nível 11, praticamente encontra-se areia fina com torrões centimétricos de terra em pequena quantidade, bem selecionados e grãos arredondados e começa a aparecer um bloco na posição de centro da quadra. Neste momento ocorre a obstrução da escavação em função de bloco retangular e plano alocado na zona central. O nível 12 foi o último possível de coleta com torrões esporádicos centimétricos de terra que envolviam o bloco. A partir deste momento não houve mais possibilidade de prosseguimento da escavação.

Tabela 2 – Compilação de dados em estratigrafia das unidades de escavação.

(cm) D18	Fácies	Munsell	Descrição
10 a 70	1	10 YR 3/3	Mancha escura no centro
70	1 e 5	7,5 YR 5/2	Sedimento pegajoso
90	1,5 e 6	7,5 YR 3/4	Sedimento pegajoso
100	1 e 6	10 YR 3/4	Concentração de carvão
120	2 e 6	10 YR 3/4	Blocos queimados
140	2	7,5 YR 5/8	Sedimento arenoso
(cm) G6	Fácies	Munsell	Descrição
10 a 20	1	10 YR 3/3	Presença de serrapilheira
30	1,2 e 3	10 YR 4/4	Concentração de carvão
40	2,3,4,5,6,7	7,5 YR 3/2	Sedimento argiloso arenoso
50	2,6 e 7	7,5 YR 3/2	Concreções de terra queimada
60 a 70	2,6,8 e 9	7,5 YR 5/1	Blocos queimados
80	8,10,11	7,5 YR 3/2	Sobreposições de Fácies
90 a 100	2 e 13	2,5 YR 2/2	Sedimento ligeiramente pegajoso
110	13 e 14	2,5 YR 2/2	Bloco no centro
120	13,14 e 15	7,5 YR 4/2	Bloco no centro

4.2 Descrição dos dados das sondagens de controle

4.2.1 Sondagem de controle 1 - Houve a abertura de sondagem de controle sob o topo do abrigo contíguo à Formação Furnas. De 0 a 15 cm, possui pequenos e médios blocos subangulares, muito friável, pouco plástico e pouco pegajoso. Entre 29 cm e 56 cm, o aspecto do solo é areno-argiloso, pouco denso, friável e plástico. Entre 56 cm e 62 cm, constitui-se o horizonte C, em que há fragmentos de rochas angulares de 1 cm.

4.2.2 Sondagem de controle 2 - A sondagem de controle 2 foi realizada seguindo um patamar a 4,8 m da primeira sondagem, 80 cm mais alto em relação a essa. De 0 a 14 cm, existem grânulos pequenos não muito friáveis. De 14 cm a 25 cm, a constituição é areno-argilosa; existem blocos subangulares, ligeiramente pegajosos e plásticos, com camada de transição clara e plana. O horizonte C está entre 25 cm e 53 cm.

4.2.3 Sondagem de controle 3 - A sondagem de controle 3 foi realizada na Formação Itararé. Esta sondagem foi aberta num perfil de estrada. Possui constituição argilosa, perfazendo o horizonte Bt, ao passo que o horizonte A foi destruído pela agricultura. Entre 32cm e 65cm temos o Horizonte Bw, com constituição argilo- arenosa, prismático, muito friável, plástico e pegajoso.

Tabela 3 – Descrição das características das sondagens de controle

(cm) Sondagem 1	Horizonte Pedológico	Fração	Descrição
0-15 cm	A	Areia muito grossa /areia média	Grãos angulares/ se desfazem em grãos menores
29-56 cm	A/B	Areia média /areia fina	Angulares, alisados, polidos
56-62 cm	C	Grânulo até areia grossa	Angulares, alisados e moderadamente selecionados
(cm) Sondagem 2	Horizonte Pedológico	Fração	Descrição
0-14 cm	A/B	óxido de ferro/ areia fina	Angulares e mal selecionados
14-25 cm	B	Areia grossa/areia média	Moderadamente selecionados
25-53 cm	C	Areia grossa/areia média	Moderadamente selecionados
(cm) Sondagem 3	Horizonte Pedológico	Fração	Descrição
0-32 cm	Bt	areia grossa a areia média	subarredondados, moderadamente selecionados
32-65	Bw	areia muito grossa a areia média	moderadamente selecionado

4.3 Análise de MEV

Foram analisados 15 pontos da amostra da quadra G6 (100 cm a 120 cm) e da Formação Itararé Bw (32 a 65 cm) com o intuito de identificar se a composição química das amostras. Em função dos elementos químicos presentes nas amostras foi possível comparar a unidade de escavação G6 e a Formação Itararé, cuja área não sofre irrigação do rio Taquari nos dias atuais.

Tabela 4 - Elementos químicos encontrados nas duas amostras. Unidade G6 e Horizonte Bw

Quadra G6, nível 100-120 cm	Formação Itararé, Horizonte Bw
1 - Cl, C (pico), O, Fe, Si, Al	Cl, C (pico), Fe, Si, Al, S
2- Fe, Si, O, Al (pico), C, Na	Cl, Ti, K, C (piso), O, Fe, Al
3- Ti, Si, Fe, Al, Ca, O (pico), Cl, C, K, P, S	Cl, C (pico), O, Cu, Fe, Si, S, Sn, Al
4 - Ti, Si, Fe, Al, Ca, O (pico), Cl, C, K, Na, P	Si, Al, O, Ti, Fe, C, K (pico)
5 - Fe, Si, Ca, Al, O (pico), K	Fe, Ca, Si, Ti, Al, O (pico), K, C
6 - Si (pico), O, Al, C	Mg, Fe, Si, Ti, Al, O (pico), K
7 - Si (pico), O, Fe, Al, C	Si (pico), O, Ti, Fe, Al, C
8 - Si (pico), O, Ca, Al, C	Si (pico), Ti, Fe, Al, C
9 - Si, O, Ca, Mn, C, K, Ti, Fe, C (pico), Mg, P, Cl	Si (pico), O, Fe, Al, C
10 - Cl, Ti, C, Ca (pico), Si, O, Fe, Mg, P	Cl, Fe, Ti, K, C, O, Al, Si (pico)
11 - Si, K, Ti, Al, O, Mg, Fe, C, Ca (pico), Na, P, K	Si, O, Ca, Ti, Fe (pico), C, K, Na, P
12 - Cl, C, Ca (pico), O, Fe, Si, Al, Mg, P	Fe, Si, Ti, Al, O, Mg (pico), C, K
13 - O, Si, C, Fe, Ca (pico), Al, Mg, P	Fe, Si, Mg, O, Al (pico), C, K
14 - Cl, Ti, C, Ca (pico), O, Fe, Si, Al, Mg, Na	Ti (pico), O, Fe, C, Al, Si, Fe
15 - Si, O, Ca, Ti, S, C, Cl, K (pico), Al, Mg, P	Cl, Mg, Fe, Si, Ti, Al, K, C, O (pico)

5. Resultados

O cruzamento da correlação das frequências analisadas indicou que a correlação de Pearson é igual a 0,899, significativa com $p < 0,001$, usada em estatística para designar a força que mantém unidos dois conjuntos de valores e a verificação da existência do grau de relação entre as variáveis analisadas. Neste caso, o valor de r ao quadrado corresponde à porcentagem de pontos que se ajustam completamente a reta, sendo igual a 88,8. Como pode ser observado, existe forte correlação entre as duas frequências medidas (baixa) e (alta).

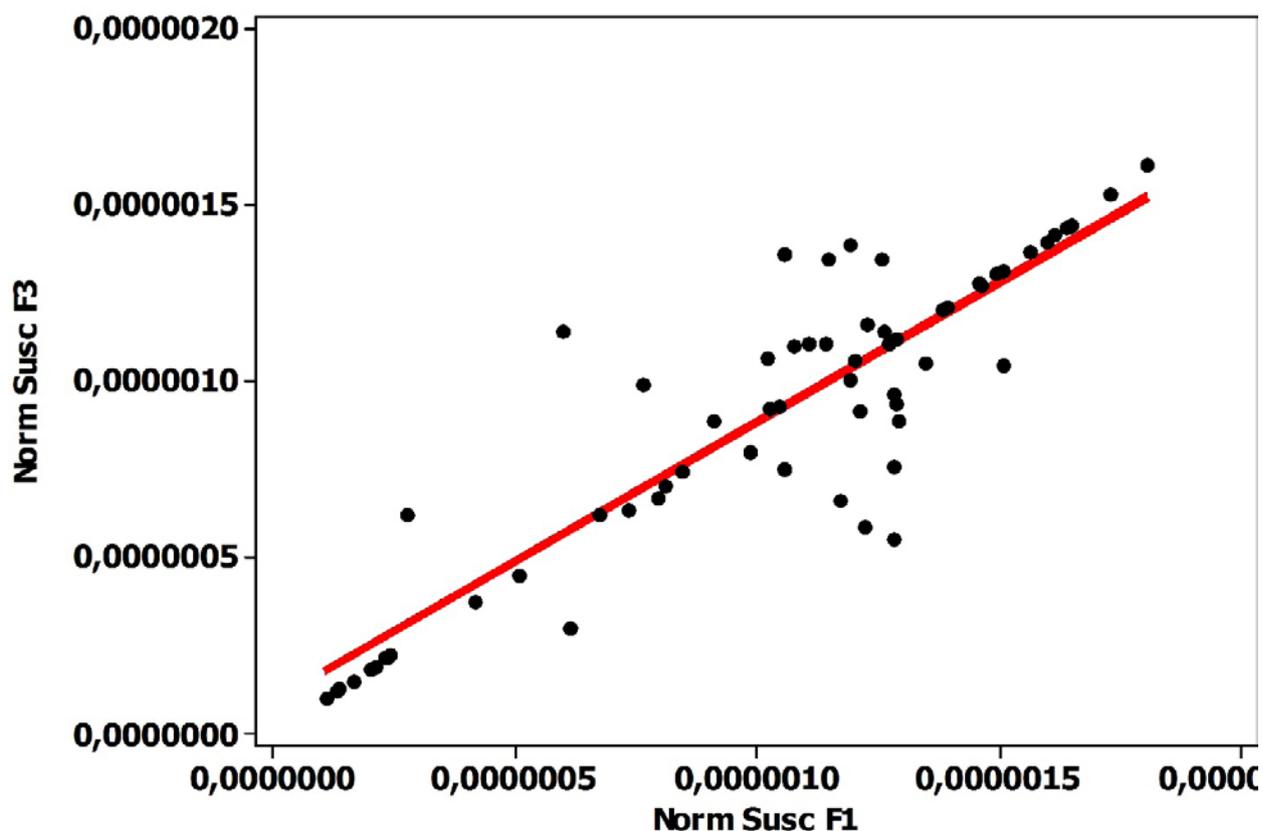


Figura 2 – Diagrama de dispersão das medidas das frequências baixas e altas de suscetibilidade magnética nas unidades D18 e G6

A forte correlação adquire um significado especial ao considerar que minerais ferromagnéticos estão presentes em alta intensidade nas amostras examinadas. Se, de outra forma, não se detectasse a presença de minerais ferromagnético, estas amostras teriam parâmetros diamagnético, definidos por Dearing (1994) como “valores fracos”. Este dado é um demonstrativo de que a estratigrafia do Abrigo de Itapeva é uma composição química complexa em que compostos de Ferro (Fe) estão dissolvidos na estratigrafia.

Observando a composição química vista na tabela 4, observa-se que a distribuição das frequências entre a unidade G6 e o Horizonte Bw dos elementos químicos, demonstram que o elemento Cl apresenta 6% e 8% de presença em ambas amostras; o elemento C, 11% e 9%; Fe, 13% e 14%; Si, 18% e 16%; O 11% e 14%; Al, 8% e 9%; Ti 10% e 15%; K 5% e 5%; Mg 5% e 5%. As exceções

são para a sobreposição de Ca na unidade de escavação G6, com frequência de 14% em detrimento do horizonte Bw, que apresenta apenas 5%.

Segundo (HOLANDA e BUENO, 2010) as distribuições de elementos traços como Ti se relacionam, em parte ou totalmente, com a do Fe. O íon férrico, liberado da destruição de minerais primários como micas, epidotos, hornblendas, cloritas, é pouco solúvel, e se acumula em ambientes de intemperismo oxidantes ao longo do tempo. A estabilidade do Ti se deve, assim como a do Fe, a estabilidade relativa de seus minerais portadores secundários (sobretudo o anatásio), uma vez que os minerais primários que contém titânio (rutilo, ilmenita), são intemperizados nos meios tropicais úmidos (CORNU et al., 1999). Nota-se também que a alta concentração de Fe, Ti, Cl pode ser interpretada como presença de elementos essenciais para a preparação e aplicação de pigmento à base de Fe ao paredão rochoso.

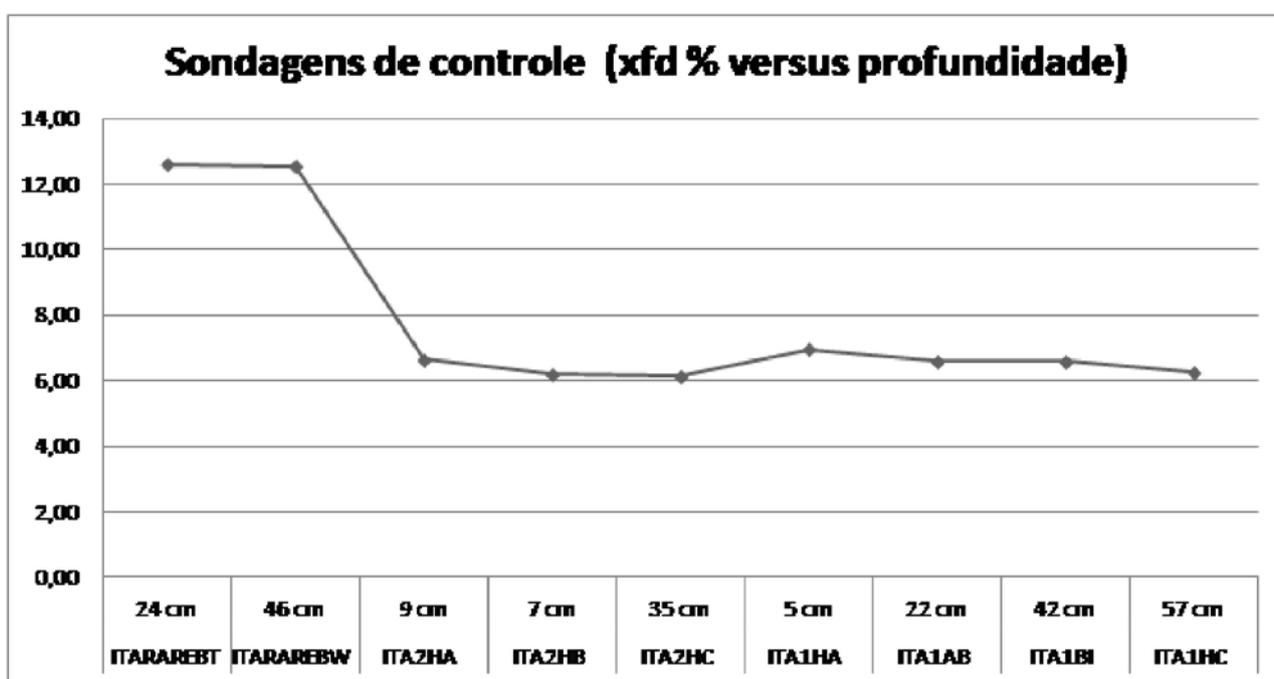


Figura 3 – Suscetibilidade magnética medida nas sondagens de controle.

A suscetibilidade magnética sofre variações alternadas conforme a mineralogia do solo, relevo, regime hídrico, fauna/flora, influência antrópica e tempo, além das litologias do embasamento (SIQUEIRA, 2010). Neste caso, de acordo com SOUZA et al., (2010) os óxidos de ferro ocupam em termos quantitativos o segundo maior grupo de minerais na fração argila, nos solos altamente intemperizados tal qual latossolos, sendo as frações dominantes a hematita e a goethita (MULLINS et al., 1997). Tendo em vista estas considerações, a sondagem de controle 3, realizada na Formação Itararé com características litológicas do Grupo Tubarão é constituído por corpos interdigitados de siltitos, arenitos, ritmitos, diamictitos e argilitos, que aparecem em todos os níveis da unidade, com espessuras atingindo até algumas dezenas de metros, formas e dimensões variadas (AZEVEDO, MASSOLLI, 1984).

Tendo em vista que foram analisados solos do horizonte B e de sedimento próximo a laje do

abrigo (Sondagens 1 e 2), a diferença da medida da suscetibilidade magnética é significativa e pode indicar que frações argilas ricas em Ti são mais atuantes e que não são transferíveis para o solo que envolve o topo do abrigo composto por uma composição de Fe bem mais abaixo daquela apresentada pela Formação Itararé ou pelos níveis inferiores da unidade de escavação G6, produzindo evidências de que a introdução da hematita pode ser majoritariamente antrópica ou advinda de transporte desta Formação.

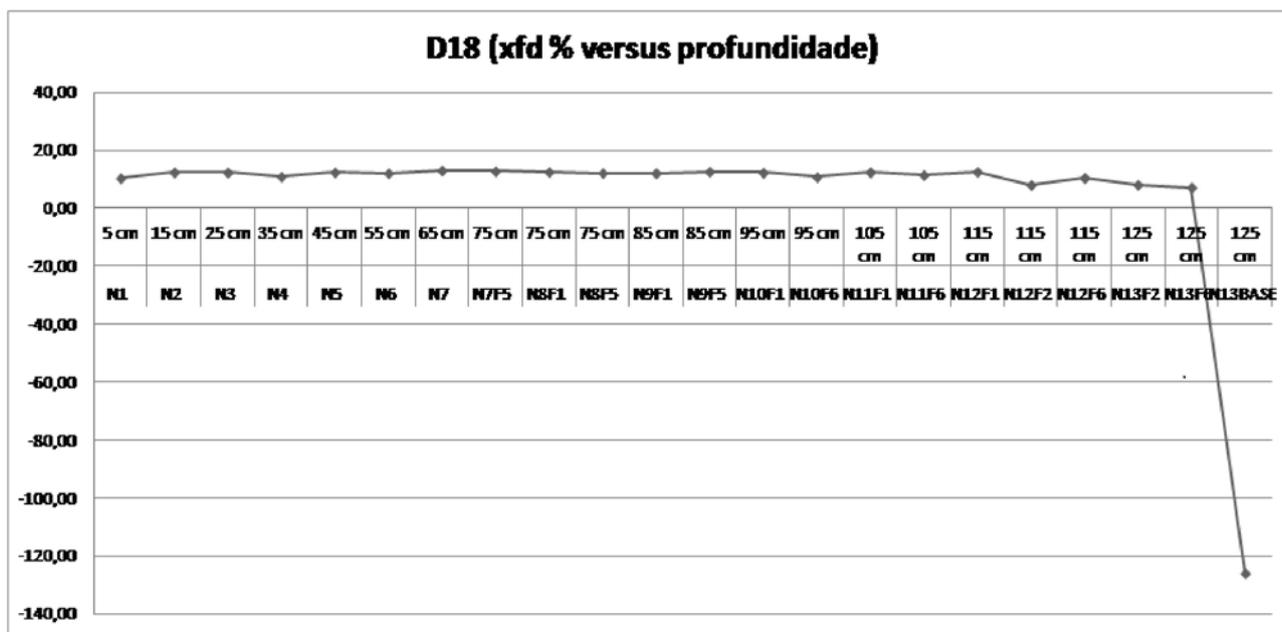


Figura 4- Suscetibilidade magnética medida na unidade D18.

Pode-se verificar que o nível de base do abrigo não apresenta composição sedimentar que remeta a aquecimento acentuado, referindo-se às frações diamagnéticas. Portanto o nível (13 F6/F2) é considerado a anomalia mais importante detectada pela suscetibilidade magnética, podendo ser interpretado os componentes com pouca ou nula presença de minerais ricos em ferro. A partir de (91 cm - 101 cm) até (27 cm - 33 cm) os dados corroboram a possibilidade de que taxas muito similares das deposições encontradas na Formação Itararé corresponda a um pico positivo constante de modo que parece haver um elemento rico em Fe constante e diferente dos demais analisados no nível de base.

A estratigrafia apresenta correlações importantes principalmente com os elementos finos e uma constância distribuída por toda a estratigrafia para a suscetibilidade magnética em fáceis arqueológicas diferentes, porém com valores não muito elevados, o que representa uma deposição estável ou imantação com temperatura regular de minerais magnéticos causada pela produção de fogueiras. Seu comportamento é muito diferente daquele encontrado na unidade de escavação G6.

associada indiretamente com a deposição de minerais ricos em ferro na estratigrafia, sendo uma característica paramagnética da hematita permanecer em níveis estáveis positivos, caso imantada.

Na unidade G6, de outra forma apresenta picos destoantes da unidade D18 e das sondagens de controle, o que pode indicar imantação por temperaturas altas desde níveis profundos, mesmo que a presença de blocos queimados tenham sido registradas apenas em (60 cm). Contudo, observa-se que essa unidade de escavação pode ter sofrido a ação de interferência de ação hídrica, uma vez que os picos oscilantes são bastantes discrepantes entre aqueles positivos e negativos.

Tendo detectado em análise química que os elementos Fe e Ti pode-se pensar numa sequência contínua de deposição oriunda de origens diferentes. Notadamente existe a interpretação de que partículas não estavam sendo depositadas em níveis basais, o que pode ser considerado algo anormal pensando na distribuição espacial e temporal de transporte de partículas naturalmente, de modo que é mais plausível que a deposição de minerais ricos em ferro no Abrigo de Itapeva seja causado por ação antrópica e complementado por ações naturais. Pode-se evidenciar então que a partir de um segundo momento ainda dentro de um intervalo de ocupação antigo, tenha começado a ocorrer a produção de uso de pigmento concomitantemente com produção de fogueiras.

Como estes pigmentos eram utilizados e deixados no solo é ainda uma explicação futura. Porém, é de extrema importância a detecção e separação dos minerais paramagnéticos a partir de um contexto químico complexo cujos minerais ricos em ferro estão distribuídos na estratigrafia. Esta é uma verificação irrefutável dada a presença em todos os níveis de sinais de suscetibilidade magnética e de outras análises realizadas em conjunto como MEV e micromorfologia de solos usadas para avançar no conhecimento de como populações pretéritas manejavam minerais ricos em ferro.

Deste modo, a suscetibilidade magnética é capaz de detectar áreas de estruturas de calor, assim como áreas de deposição de óxidos e hidróxidos de ferro que foram ou não foram imantados por calor. No caso de um solo antrópico como o do Abrigo de Itapeva, foi de fundamental valor seu uso porque conseguiu além de detecção de estruturas ou áreas de deposição, auxiliar no sequenciamento estratigráfico que indica uma sobreposição com alterações significativas entre unidades de escavação diferentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- AJAS, Aurelie; BERTRAN, Pascal; LEMEE, Laurent; QUEFFELEC, Alain. Stratigraphy and paleopedology of the Paleolithic cave site of Combe-Sauniere, southwest France. *Geoarchaeology, An international Journal*, Wiley, v. 28., n. 5, p. 432-449, 2013.
- AQUINO, Renato, Eleoterio. *Características de atributos de solos em ambientes da região sul do Amazonas*. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Jaboticabal, 2016.
- ARAGÃO, Rigler da Costa. *Metodologia geofísica aplicada à pesquisa de salvamento arqueológico nos sítios Bittencourt, Jambuaçu e Jaburu, Estado do Pará*. Dissertação de Mestrado. Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2006.
- AZEVEDO, Anna Artemisia, B; MASSOLI, Marcos. Geologia da Folha de Aguai, SP. *Revista do Instituto Geológico*, v 5, 1-2, p. 39-46, 1984.
- AYTAI, Desidério. As gravações rupestres de Itapeva. *Revista da Universidade Católica de Campinas*. Campinas, v. 33, p. 29-61, 1970.
- BULL, Peter A; GOLDBERG, Paul. Scanning electron microscopic analyses of sediments from Tabun cave, Mount Carmel, Israel. *Journal of Archaeological Science*, v. 12, 3, p. 177-185, 1985. doi.org/10.1016/0305-4403(85)90019-6
- CARDOSO, Julia Hernandez; TEIXEIRA, Wenceslau Geraldes; SHINZATO, Edgar; GONÇALVES, Alexandre Ortega, MANSUR, Katia. Avaliação da suscetibilidade magnética e teores totais de elementos em amostras de solos antrópicos do Sambaqui da Fazenda Campos Novos –Cabo Frio, RJ. *Seminário PIBIC, EMBRAPA de solos*, Rio de Janeiro, p. 17-20, 2015-2016.
- CARMO, Janine Araujo do. *Estratigrafia magnética e magnetismo ambiental do sítio DSDP-511 (Platô das Falklands) durante o limite Barremiano-Aptiano*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.
- CHIARI, Giacomo; LANZA, Roberto. Pictorial remanent magnetization as an indicator of secular variation of the earth's magnetic field. *Physics of the earth and planetary interiors*, v 101, 1, p. 79-83, 1997. Doi. 10.1016/S0031-9201(96)03222-0
- CHIARI, Giacomo; LANZA Roberto. Remanent magnetization of mural paintings from blibliotheca apostólica (Vatican, Rome). *Journal Applied Geophysics*, v 41, p. 137-143, 1999.
- CORNU, Sophie S; LUCAS, Yves; LEBON, Eric; AMBROSI, Jean Paul; LUIZAO, Flavio H; BONNAY, Marianne; NEAL, Colin, O. Evidence of titanium mobility in soils profiles, Manaus, central Amazonia. *Geoderma*, v 91, 3-4, p. 281-295, 1999.
- D' AGRELLA FILHO, Manoel Souza. *Minerais magnéticos*. Disponível em: https://www.iag.usp.br/~eder/minerais_magneticos.pdf, S/D. Acessado em: 30/03/2021.
- DEARING, John, A. *Environmental magnetic susceptibility*. Using the Bartington MS2 system. First published England, British Library, 1994.
- De BLASIS, Paulo Antonio Dantas; GASPAR, Maria Dulce. Os sambaquis do sul catarinense: retrospectiva e perspectivas de dez anos de pesquisa. *Especiaria EUSC*, V. 11/12, p. 1-348, 2012.

- DEVAVID, Berenice Anina; GOMES, Carmen Isse; MACHADO, Giovanna. *Microscopia Eletrônica de Varredura. Aplicações e preparação de amostras*. Materiais poliméricos, metálicos e semicondutores. Centro de Microscopia Eletrônica e Microanálises (CEMM) do IDEIA PUCRS, Porto Alegre, EdIPUCRS, 2007.
- DENEVAN, William, M. Indian adaptations in flooded regions of South America. *Journal of Latin American Geography*, v. 8, 2, p. 209-213, 2009.
- GASPAR, Maria Dulce. *Sambaqui: arqueologia do litoral brasileiro*. Rio de Janeiro, Jorge Zahar, 2000.
- GLASER, Birk. Prehistorically modified soils of central Amazonia: A model for sustainable agriculture in the twenty-first century. *Philosophical transactions of the Royal Society*, 362, 1478, p. 187-196, 2007.
- GRANT, Fraser Schafield; WEST, Gordon Fox. *Interpretation Theory in Applied Geophysics*. New York, McGraw-Hill, (International Series in the Earth Sciences), 1965.
- HARTMANN, Gelvam Andre. Arqueomagnetismo no Brasil: variações da intensidade do campo magnético terrestre nos últimos cinco séculos. Tese de Doutorado. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- HARTMANN, Gelvam André; PACCA, Igor. G. Time evolution of the south atlantic magnetic anomaly. *Academia Brasileira de Ciências*, v. 81, 2, p. 243-255, 2009.
- HOLANDA, Carlos Eduardo F; BUENO; Guilherme T. Comportamento de elementos químicos em ambientes supergênicos e pedogênese – Parque Municipal dos Mangabeiras, quadrilátero ferrífero (MG). *Revista de Geografia. UFPE – DCGI/NAPA*, v. especial VIII SINAGEO, v. 27, 3, 2010.
- JOHNSON, Cinthia K; DORAN, John; DUKE, Harold R.; WIENHOLD, Brian J; ESKRIDGE, Kent, M;; SHANAHAN, John F. Field-Scale Electrical Conductivity Mapping for Delineating Soil Condition. *Soil Science Society of America Journal*. Madison, v. 65, 6, p. 1829-1837, 2001.
- KERN, Dirse, Clara; KAMPF, Nestor. Antigos assentamentos indígenas na formação de solos com terra preta arqueológica na região de Oriximira, Pará. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 3, 3, p. 219-255, 1989.
- LEUTE, Ulrich. *Archaeometry: An Introduction to Physical Methods in Archaeology and the History of Art*. Weinheim: Wiley-VCH, 1987.
- LINFORD, Paul; WELCH, Chris. Archaeomagnetic analysis of glassmaking sites at Bagot's Park in Staffordshire, England. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*. Vol. 147, 2-3, p. 209-221, 2004.
- MELO SILVA, João Paulo. *Aplicação de separação magnética de alta intensidade (WHIMS) no beneficiamento de itabiritos pobres*. Dissertação de Mestrado. Engenharia metalúrgica, Materiais e Minas, Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.
- MORETTI, Marcela Roberta. *Magnetismo ambiental em sedimentos lacustres holocênicos da Volta Grande do Xingu, Brasil*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Unicamp, Campinas, 2019.
- MULLINS, Chris E. Magnetic susceptibility of the soil and its significance in soil science. *Journal of Soil Science*. British Society of Soil Science (BSSS), vol. 28, 2, p. 223–246, 2006.

- POLETTI, Wilbor; HARTMANN, Gelvam André; TRINDADE, Ricardo. Resultados paleomagnéticos preliminares em tijolos coloniais do sudeste e nordeste do Brasil. *Latinmag letters, proceedings Tandil*, Argentina, v 1, 2, p. 1-6, 2011.
- ROCHA, Vinicius Farias; PADILHA, Mateus P.; PACHECO, Marcus Vinicius; ALMEIDA, Igor; LIMA, Felipe; CARMINATTI, Miguel Gutierrez. Utilização Do Método Suscetibilidade Magnética, na Área Do Forte Dom Pedro II, Como Um Novo Meio De Investigação Da Prospecção Geofísica Rasa. *Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*, Universidade Federal do Pampa, v. 3, n. 2, 2011.
- SANTOS, Patricia dos; SOUZA JUNIOR, Ivan Granemann; COSTA, Antonio Carlos Saraiva da. Suscetibilidade magnética de óxidos de ferro sintéticos em diferentes ambientes químicos. *VIII Encontro Internacional de Produção Científica*, CESUMAR, Centro Universitário de Maringá. Editora Cesumar, Maringá – Paraná, Brasil, p.1-5, 2011.
- SIQUEIRA, Diego Silva. *Suscetibilidade magnética para a estimativa de atributos do solo e mapeamento de áreas sob cultivo de cana de açúcar*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Jaboticabal, São Paulo, 2010.
- SOUSA, Daniel Vieira; Ker, Joao Carlos; Rodet, Maria Jacqueline; Schaefer, Carlos Ernesto G.R; Teixeira, Wenceslau Geraldês. Pedoarqueologia em abrigo quartizítico, sítio Bibocas II, Jequitaiá, ocupação humana no Holoceno inicial na bacia do São Francisco, *Teoria e Sociedade*, v. 23, 1, p. 167-197, 2015.
- SOUZA Jr, Ivan G; COSTA, Antonio Carlos Saraiva da; VILAR, Cesar Crispim; HOEPERS, Allan. Mineralogia e suscetibilidade magnética de óxidos de ferro do horizonte B dos solos do estado do Paraná. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 40, 3, p.513-519, 2010.
- STOOPS, Georges; MARCELINO, Vera; MEES, Flories. *Interpretation of micromorphological features of soils and regoliths*. Amsterdam, Boston, London, New York, Oxford, Paris, San Diego, San Francisco, Singapore Sydney, Tokyo, Elsevier, 2010.
- TAUXE, Lisa. *Essentials of paleomagnetism*. Fifth Web, 2005.
- TEIXEIRA, Wenceslau Geraldês; LIMA, Ricardo, Araujo. O solo modificado pelo homem (solo antrópico) como artefato arqueológico. *Anais do IV seminário de Preservação de Patrimônio Arqueológico*. Rio de Janeiro, p. 123-147, 2016.
- ZANELLA, Elena; GURIOLI, Lucia; CHIARI, Giacommo CIARALHO, Annamaria; CIONI, Raffaello; DE CAROLIS, Ernesto; LANZA, Roberto. Archaeomagnetic results from mural paintings and pyroclastic rocks in Pompeii and Herculaneum. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, v. 118, 3-4, p. 227-240, 2000. Doi: 10.1016/S0031-9201(99)00146-6

ANEXO 1

Sample ID	Mass (g)	Mass (kg)	Volume (cm3)	Volume (m3)	Mean Susc F1	Norm Susc F1 (m3/kg)	Mean Susc F3	Norm Susc F3 (m3/kg)	xfd	xfd%
ITARAREBT	14,2568	1,43E-02	8	8,00E-06	1,44E-03	8,082E-07	1,26E-03	7,062E-07	1,019E-07	12,61
ITARAREBW	11,4908	1,15E-02	8	8,00E-06	1,05E-03	7,321E-07	9,20E-04	6,403E-07	9,187E-08	12,55
ITA2HA	13,4515	1,35E-02	8	8,00E-06	4,06E-04	2,415E-07	3,79E-04	2,255E-07	1,603E-08	6,64
ITA2HB	12,5066	1,25E-02	8	8,00E-06	3,65E-04	2,336E-07	3,43E-04	2,191E-07	1,448E-08	6,20
ITA2HC	14,6062	1,46E-02	8	8,00E-06	4,32E-04	2,364E-07	4,05E-04	2,219E-07	1,450E-08	6,13
ITA1HA	13,4515	1,35E-02	8	8,00E-06	2,79E-04	1,658E-07	2,59E-04	1,542E-07	1,155E-08	6,97
ITA1AB	13,4589	1,35E-02	8	8,00E-06	2,32E-04	1,378E-07	2,17E-04	1,287E-07	9,080E-09	6,59
ITA1BI	12,7730	1,28E-02	8	8,00E-06	2,10E-04	1,316E-07	1,96E-04	1,229E-07	8,660E-09	6,58
ITA1HC	15,1521	1,52E-02	8	8,00E-06	2,08E-04	1,100E-07	1,95E-04	1,031E-07	6,874E-09	6,25
D18N1	14,6356	1,46E-02	8	8,00E-06	3,30E-03	1,805E-06	2,96E-03	1,617E-06	1,871E-07	10,37
D18N2	14,2892	1,43E-02	8	8,00E-06	2,66E-03	1,490E-06	2,33E-03	1,305E-06	1,847E-07	12,40
D18N3	14,5600	1,46E-02	8	8,00E-06	3,00E-03	1,647E-06	2,63E-03	1,443E-06	2,039E-07	12,38
D18N4	13,8261	1,38E-02	8	8,00E-06	2,98E-03	1,726E-06	2,66E-03	1,537E-06	1,883E-07	10,91
D18N5	14,4723	1,45E-02	8	8,00E-06	2,89E-03	1,596E-06	2,53E-03	1,397E-06	1,981E-07	12,42
D18N6	15,5690	1,56E-02	8	8,00E-06	3,19E-03	1,639E-06	2,80E-03	1,440E-06	1,989E-07	12,13
D18N7	15,1082	1,51E-02	8	8,00E-06	2,63E-03	1,393E-06	2,29E-03	1,211E-06	1,824E-07	13,09
D18N7F5	15,2281	1,52E-02	8	8,00E-06	2,79E-03	1,464E-06	2,43E-03	1,277E-06	1,876E-07	12,81
D18N8F1	16,6032	1,66E-02	8	8,00E-06	2,67E-03	1,286E-06	2,33E-03	1,124E-06	1,614E-07	12,56
D18N8F5	17,2050	1,72E-02	8	8,00E-06	3,14E-03	1,458E-06	2,75E-03	1,280E-06	1,781E-07	12,21
D18N9F1	14,6894	1,47E-02	8	8,00E-06	2,74E-03	1,493E-06	2,41E-03	1,312E-06	1,811E-07	12,13
D18N9F5	13,7250	1,37E-02	8	8,00E-06	2,37E-03	1,380E-06	2,07E-03	1,205E-06	1,750E-07	12,68
D18N10F1	15,7542	1,58E-02	8	8,00E-06	3,18E-03	1,613E-06	2,79E-03	1,415E-06	1,982E-07	12,29
D18N19F6	18,4817	1,85E-02	8	8,00E-06	1,18E-03	5,097E-07	1,05E-03	4,548E-07	5,487E-08	10,77
D18N11F1	16,0778	1,61E-02	8	8,00E-06	3,14E-03	1,562E-06	2,75E-03	1,368E-06	1,944E-07	12,44
D18N11F6	18,9849	1,90E-02	8	8,00E-06	2,00E-03	8,422E-07	1,77E-03	7,454E-07	9,686E-08	11,50
D18N12F1	14,4442	1,44E-02	8	8,00E-06	2,72E-03	1,508E-06	2,38E-03	1,318E-06	1,898E-07	12,59
D18N12F2	19,1775	1,92E-02	8	8,00E-06	4,83E-04	2,014E-07	4,44E-04	1,852E-07	1,620E-08	8,04
D18N12F6	18,2119	1,82E-02	8	8,00E-06	9,52E-04	4,184E-07	8,53E-04	3,746E-07	4,378E-08	10,47
D18N13F2	18,2307	1,82E-02	8	8,00E-06	4,81E-04	2,109E-07	4,42E-04	1,939E-07	1,708E-08	8,10
D18N13F6	18,7209	1,87E-02	8	8,00E-06	1,58E-03	6,751E-07	1,47E-03	6,265E-07	4,859E-08	7,20
D18N13BASE	19,2802	1,93E-02	8	8,00E-06	6,66E-04	2,763E-07	1,50E-03	6,241E-07	-3,478E-07	-125,88
G6N1	13,4088	1,34E-02	8	8,00E-06	1,71E-03	1,022E-06	1,79E-03	1,069E-06	-4,632E-08	-4,53
G6N2	15,6074	1,56E-02	8	8,00E-06	2,04E-03	1,045E-06	1,81E-03	9,297E-07	1,153E-07	11,03
G6N3F2	13,7295	1,37E-02	8	8,00E-06	2,08E-03	1,211E-06	1,58E-03	9,210E-07	2,896E-07	23,92
G6N3F3	17,9490	1,79E-02	8	8,00E-06	1,78E-03	7,926E-07	1,50E-03	6,701E-07	1,224E-07	15,45
G6N4F2	13,3765	1,34E-02	8	8,00E-06	1,72E-03	1,026E-06	1,54E-03	9,217E-07	1,041E-07	10,15
G6N4F3	12,3299	1,23E-02	8	8,00E-06	1,76E-03	1,144E-06	2,08E-03	1,352E-06	-2,077E-07	-18,15
G6N4F5	17,5965	1,76E-02	8	8,00E-06	2,33E-03	1,057E-06	1,66E-03	7,546E-07	3,027E-07	28,63
G6N4F6	16,6247	1,66E-02	8	8,00E-06	1,89E-03	9,077E-07	1,85E-03	8,920E-07	1,569E-08	1,73
G6N5F2	14,8941	1,49E-02	8	8,00E-06	2,12E-03	1,140E-06	2,07E-03	1,111E-06	2,980E-08	2,60
G6N5F6	14,7438	1,47E-02	8	8,00E-06	2,36E-03	1,279E-06	1,78E-03	9,656E-07	3,131E-07	24,49
G6N5F7	16,4112	1,64E-02	8	8,00E-06	2,02E-03	9,827E-07	1,64E-03	7,991E-07	1,835E-07	18,68
G6N6F2	14,2138	1,42E-02	8	8,00E-06	1,87E-03	1,054E-06	2,43E-03	1,365E-06	-3,114E-07	-29,55
G6N6F6	14,7716	1,48E-02	8	8,00E-06	2,78E-03	1,507E-06	1,93E-03	1,047E-06	4,596E-07	30,50
G6N6F8	14,2478	1,42E-02	8	8,00E-06	2,18E-03	1,224E-06	2,08E-03	1,167E-06	5,716E-08	4,67
G6N6F9	14,8306	1,48E-02	8	8,00E-06	2,39E-03	1,288E-06	1,74E-03	9,374E-07	3,504E-07	27,21
G6N7F2	13,3225	1,33E-02	8	8,00E-06	1,98E-03	1,189E-06	2,32E-03	1,391E-06	-2,016E-07	-16,95
G6N7F6	16,3280	1,63E-02	8	8,00E-06	2,64E-03	1,292E-06	1,82E-03	8,928E-07	3,996E-07	30,92
G6N7F8	15,5058	1,55E-02	8	8,00E-06	2,08E-03	1,074E-06	2,14E-03	1,103E-06	-2,924E-08	-2,72
G6N7F9	14,5861	1,46E-02	8	8,00E-06	2,46E-03	1,347E-06	1,92E-03	1,055E-06	2,913E-07	21,63
G6N8F2	14,6076	1,46E-02	8	8,00E-06	2,19E-03	1,201E-06	1,94E-03	1,061E-06	1,401E-07	11,66
G6N8F10	15,1819	1,52E-02	8	8,00E-06	2,22E-03	1,169E-06	1,26E-03	6,621E-07	5,071E-07	43,37
G6N8F11	14,6592	1,47E-02	8	8,00E-06	2,33E-03	1,272E-06	2,04E-03	1,113E-06	1,594E-07	12,53
G6N8F12	14,9768	1,50E-02	8	8,00E-06	1,43E-03	7,648E-07	1,86E-03	9,937E-07	-2,289E-07	-29,93
G6N9F2	14,3354	1,43E-02	8	8,00E-06	2,13E-03	1,190E-06	1,80E-03	1,004E-06	1,856E-07	15,60
G6N9F13	13,1321	1,31E-02	8	8,00E-06	2,07E-03	1,261E-06	1,88E-03	1,144E-06	1,166E-07	9,25
G6N10F2	13,6725	1,37E-02	8	8,00E-06	2,15E-03	1,258E-06	2,31E-03	1,350E-06	-9,104E-08	-7,23
G6N10F13	16,4826	1,65E-02	8	8,00E-06	2,64E-03	1,281E-06	1,56E-03	7,587E-07	5,222E-07	40,77
G6N11F13	13,0390	1,30E-02	8	8,00E-06	1,80E-03	1,103E-06	1,81E-03	1,111E-06	-7,997E-09	-0,72
G6N11F14	13,0194	1,30E-02	8	8,00E-06	2,09E-03	1,282E-06	8,99E-04	5,526E-07	7,291E-07	56,88
G6N12F13	13,7062	1,37E-02	8	8,00E-06	1,02E-03	5,966E-07	1,96E-03	1,143E-06	-5,467E-07	-91,64
G6N12F14	14,7101	1,47E-02	8	8,00E-06	2,24E-03	1,221E-06	1,09E-03	5,914E-07	6,294E-07	51,56
G6N12F15	16,0456	1,60E-02	8	8,00E-06	1,23E-03	6,131E-07	6,10E-04	3,042E-07	3,089E-07	50,38