



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## **MUDANÇAS PALEOAMBIENTAIS NOS ARREDORES DO SÍTIO ARQUEOLÓGICO DE BASTOS BASEADO EM INFORMAÇÕES PEDOLÓGICAS – DOURADO/SP**

Thaís Nasato Fioravanti (a), Francisco Sérgio Bernardes Ladeira (b)

(a) Estudante de Bacharelado em Geologia, Instituto de Geociência, Universidade Estadual de Campinas, [thaisnasato@gmail.com](mailto:thaisnasato@gmail.com)

(b) Departamento de Geografia (DGEO), Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, [fsbladeira@unicamp.br](mailto:fsbladeira@unicamp.br)

**Eixo: Geoarqueologia, geodiversidade e patrimônio natural**

### **Resumo/**

O Sítio Arqueológico de Bastos, localizado no Município de Dourado/SP, representa o sítio mais antigo do estado de São Paulo com uma idade máxima de  $12.640 \pm 40$  BP (Cal Pal). Para determinação das condições paleoambientais do local de estudo foram realizadas análises químicas, físicas e de descrição de lâminas delgadas dos Nitossolos presentes na área. Com os resultados foi possível determinar 3 eventos morfodinâmicos ocorridos no sítio Bastos. O primeiro é representado por um evento erosivo e trata-se do evento mais antigo do local, formado logo acima do nível de cascalheira representando a base do sítio, o segundo já mostra um aumento da umidade e uma diversificação da cobertura vegetal e o terceiro e último evento registra um novo processo erosivo que incorpora novos materiais coluvionares no local do sítio. Hoje o clima voltou a ser mais úmido aumentando as taxas de intemperismo químico.

**Palavras chave:** Geoarqueologia, paleoambiente, paleoíndios



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## 1. Introdução

O estudo sobre o aparecimento do homem nas Américas tem levantado bastante interesse de arqueólogos que buscam compreender como era o modo de vida desses povos. Cada sítio descoberto no país representa um avanço para a arqueologia brasileira que procura entender a ocupação do território por populações pré-históricas, mais especificamente paleoíndios.

Nos últimos anos, evidências de ocupação humana do Período Paleoíndio no Brasil têm sido documentadas em diversas regiões do país. Com uma idade máxima por radiocarbono de  $12.640 \pm 40$  BP (Cal Pal) (Araújo e Correa, 2016) o sítio arqueológico de Bastos, localizado dentro da fazenda Monte Alto no Município de Dourado/SP (Figura 1) é por enquanto o sítio mais antigo do estado de São Paulo.

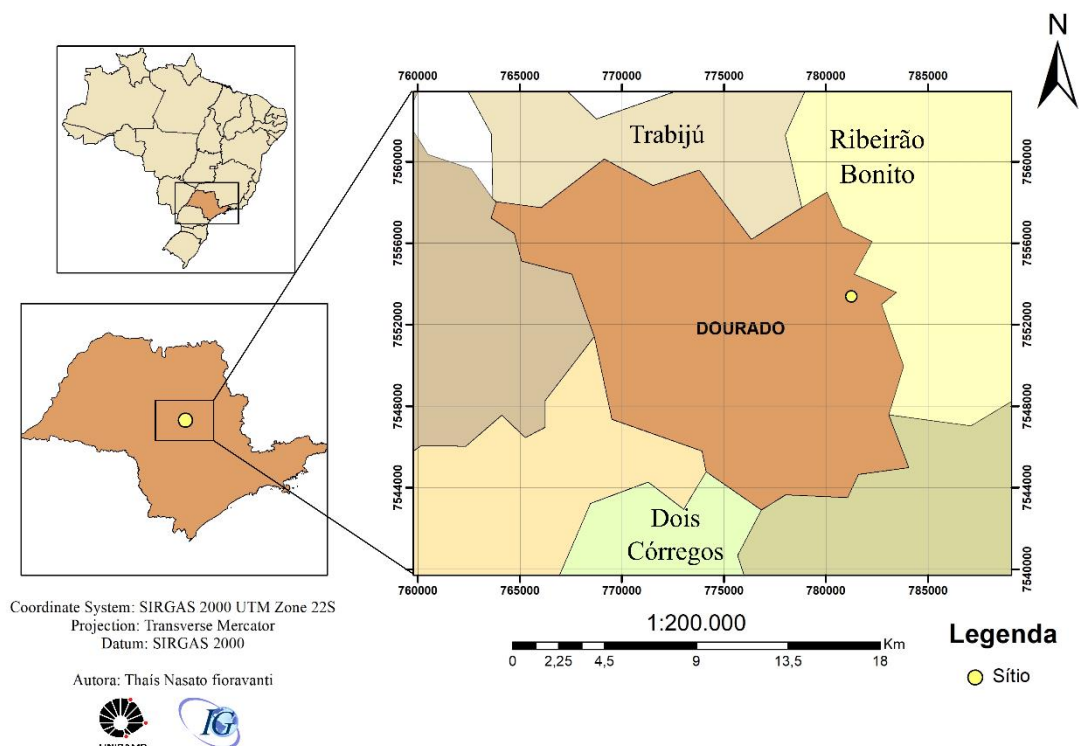


Figura 1: Mapa de localização do Sítio Arqueológico de Bastos



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

O recuo temporal abrangendo o Pleistoceno Superior permitiu inferir que tanto as condições paleoambientais na região centro-sul do Brasil como a relação Homem/ambiente eram bastante distintas das atuais. A partir dessa ideia foi necessário um aprofundamento de estudos em geoarqueologia que por abranger as disciplinas de arqueologia, geologia, geografia e pedologia consegue adquirir informações de um registro arqueológico em diferentes escalas fornecendo maiores detalhes, tornando a geoarqueologia uma importante ferramenta de estudo relacionado às características físico-químicas do registro arqueológico (Araújo, 1999).

## **2. Materiais e métodos**

### **2.1. Campo**

Uma unidade de escavação de 1x1 metro foi escavada com o auxílio de pás e pequenas enxadas até atingir o nível de cascalheira basal. A partir dessa trincheira foi realizada a descrição detalhada do solo de acordo com Santos et al. (2005). Para cada horizonte foram coletadas amostras deformadas e indeformadas. A coleta das amostras deformadas foi efetuada com o auxílio de uma faca sem corte, o qual, foi utilizado para a desagregação dos torrões do solo e posteriormente armazenados em sacos plásticos e identificados. Com relação as amostras indeformadas, foram confeccionadas caixas de papel com dimensões 12 cm de comprimento x 9 cm de largura x 3 cm de altura.

### **2.2. Análises química e granulométrica**

Ambas as análises seguiram o método proposto por Camargo et al. (2009). A análise química consistiu em determinar os seguintes parâmetros: A determinação potenciométrica do pH do solo tanto em água como em solução normal de cloreto de potássio (KCl 1 N); a acidez potencial (H + Al); determinação de cátions trocáveis que constituem os elementos de maior importância no solo (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup> e Na<sup>2+</sup>); os valores de S (soma de base), T (capacidade de troca de cátions) e V (saturação por bases) parâmetros considerados bastante



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

importante no levantamento do solo; a capacidade de troca de cátions (CTC) que determina a capacidade do solo em reter e trocar íons com carga positiva na superfície coloidal; o carbono orgânico obtido através da matéria orgânica ou de minerais carbonatados; a extração e determinação do fosfato utilizando o método com resina trocadora de íons; e por fim estabelecer valores para o alumínio.

Antes de efetuar a análise em si, é realizada o preparo das amostras. Nesta etapa, os materiais correspondentes a cada horizonte passam primeiramente por uma secagem ao ar. Posteriormente, as amostras já secas são peneiradas com malha de 2mm para separar a fração mais grossa. Com uma malha menor que 2 mm é obtido a fração mais fina que é armazenada em caixas de papelão ou sacos plásticos devidamente etiquetados.

Após as amostras estarem adequadamente preparadas, inicia-se o procedimento para determinação das frações granulométricas do solo. Para esse tipo de análise foi utilizado o método da pipeta. A partir deste método foi obtido as proporções de cascalho (20 - 2 mm), areia grossa (2 - 0,2 mm), areia fina (0,2 - 0,053 mm), silte (0,053 - 0,002 mm) e argila (< 0,002 mm) presentes no solo.

### **2.3. Micromorfologia**

A confecção das lâminas delgadas de solo foi realizada no laboratório de laminação IG/USP. O processo se inicia com a substituição da água por acetona para impedir que a reação entre a água com a resina danifique a amostra. Nesta etapa, o material é mergulhado em acetona e colocado em vácuo em no máximo 48h até que ocorra a substituição. A etapa que se procede, consiste na impregnação da amostra com uma resina plástica, também sob condições de vácuo (o vácuo permite que a resina consiga penetrar em todos os poros) para que a amostra de solo adquiriria maior rigidez facilitando o corte sem que haja perda de informação. Depois de devidamente impregnadas, as amostras são secas em estufa com temperatura de 55°C, por aproximadamente um a dois dias (até que fique completamente enrijecida).



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Após esse procedimento de preparação da amostra, é iniciado o corte para a confecção das lâminas delgadas. Cada bloco, é cortado com o auxílio de um disco diamantado e em seguida polido com um disco que contém um abrasivo e água. Após o bloco adquirir uma superfície lisa e plana, ele é colado sobre uma lâmina de vidro. Para atingir a espessura ideal de 30  $\mu\text{m}$ , a amostra é novamente polida.

A descrição micromorfológica foi realizada tendo como base Castro (2008). Cada lâmina foi observada através de um microscópio petrográfico modelo ZEISS Axiophot. As feições mais significativas, bem como o aspecto geral das lâminas foram registrados por uma câmera Leica modelo MC 170 HD integrada ao microscópio.

### 3. Resultados e discussão

A análise do perfil de solo resultou em valores elevados de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Na}^{2+}$ , que podem estar relacionados com climas mais secos ou a atividade humana evidenciando a relação que o homem tinha com a terra. Além dessa análise, também foi determinado pH em KCl com média de 5,5 e pH em  $\text{H}_2\text{O}$  com uma média de 6,1, ambos pH abaixo de 7 evidenciando um solo ácido para o local, e valores de saturação por bases maiores que 50% demonstrando que se trata de solos eutróficos (Tabela 1). A partir desses resultados juntamente com as características morfológicas como cor, estrutura, textura, consistência e cerosidade, levantadas em campo, o solo foi classificado como um NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico, com base no Sistema Brasileiro de Classificação do Solo (2018).

Os Nitossolos, possuem um matiz 2,5YR ou mais vermelho nos primeiros 100cm do horizonte B, com uma saturação por bases alta ( $V \geq 50\%$ ). Segundo a FAO (2001) existem três processos que fazem parte da formação deste tipo de solo que são: Ferralitização que é responsável por uma intensa hidrólise dos minerais primários combinado com a lixiviação da sílica e bases e acúmulo relativo de caulinita e sesquióxidos; Nitidização, proposto por Sombroek & Siderius (1981), este processo explica a formação da estrutura, ou seja, os blocos com as superfícies brilhantes como resultado da alternância de processos de microcontração e



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

expansão; e Homogeneização pela mesofauna do solo que resulta na formação de estruturas granulares ou blocos subangulares.

Tabela 1: Resultados químicos e granulométricos do Perfil Bastos 2

Horizontes	Prof. (cm)	Ph_KCl	Ph_H2O	H_Al	Al	Ca	Mg	K	Na	P_RES	C	SB	CTC	V	M	RC	T	Cascalho	Areia grossa	Areia fina	Argila	Silte
<b>PERFIL BASTOS 2</b>																						
A	0-19	4,9	5,6	4,0	0,0	9,8	2,6	0,19	0,14	4,0	2,2	12,73	16,73	76,09	0,00	24,67	32,42	0,0	16,7	15,4	51,6	16,3
Bt1	19-35	5,2	5,9	2,6	0,0	12,0	2,8	0,16	0,23	8,0	1,4	15,19	17,79	85,39	0,00	27,97	32,76	0,0	12,9	14,6	54,3	18,2
Bt2	35-56	5,4	6,1	2,4	0,0	13,0	3,1	0,18	0,26	2,0	0,9	16,54	18,94	87,33	0,00	28,18	32,27	0,0	10,0	11,5	58,7	19,8
Bt3	61-82	5,4	6,1	2,4	0,0	14,5	3,2	0,21	0,21	3,0	1,0	18,12	20,52	88,30	0,00	30,20	34,20	0,0	9,8	12,3	60,0	17,9
2Bt1	100-117	5,5	6,2	2,4	0,0	15,0	3,0	0,31	0,19	13,0	0,8	18,50	20,90	88,52	0,00	31,84	35,97	0,0	10,5	12,8	58,1	18,6
2Bt2	128-147	5,5	6,2	2,4	0,0	14,5	4,0	0,45	0,18	10,0	0,7	19,13	21,53	88,85	0,00	32,42	36,49	0,0	8,9	13,7	59,0	18,4
2Bt3	147-173	5,6	6,3	2,6	0,0	15,5	4,5	0,56	0,19	12,0	1,1	20,75	23,35	88,87	0,00	32,68	36,77	0,0	5,6	10,2	63,5	20,7
2Bt4	185-202	5,7	6,4	2,0	0,0	12,5	4,0	0,54	0,14	6,0	0,9	17,18	19,18	89,57	0,00	28,26	31,55	0,0	8,1	12,6	60,8	18,5
3Bt1	202-243	5,8	6,4	2,8	0,0	11,8	3,6	0,54	0,26	8,0	0,9	16,20	19,00	85,26	0,00	50,15	58,82	0,0	13,6	16,4	32,3	37,7
3Bt2	243-292	5,7	6,3	2,8	0,0	9,0	3,4	0,54	0,28	11,0	0,8	13,22	16,02	82,52	0,00	37,77	45,77	0,0	16,2	17,9	35,0	30,9
4Bt1	317-333	5,5	6,1	2,8	0,0	10,0	3,8	0,26	0,11	10,0	0,7	14,17	16,97	83,50	0,00	37,79	45,25	0,0	14,6	16,2	37,5	31,7
<b>Média</b>		<b>5,5</b>	<b>6,1</b>	<b>2,7</b>	<b>0,0</b>	<b>12,5</b>	<b>3,5</b>	<b>0,36</b>	<b>0,20</b>	<b>7,9</b>	<b>1,0</b>	<b>16,52</b>	<b>19,18</b>	<b>85,84</b>	<b>0,00</b>	<b>32,90</b>	<b>38,39</b>	<b>0,0</b>	<b>11,5</b>	<b>14,0</b>	<b>51,9</b>	<b>22,6</b>

A morfologia do terreno (Figura 2) em conjunto com alguns elementos encontrados nas análises macroscópicas e microscópicas ajudaram na identificação, fornecendo como resultado um solo formado a partir de material coluvionar. Os elementos macroscópicos que caracterizam um material transportado e que podem ser observados no solo estudado são: repetições de uma mesma sequência de horizontes de solo que se sobrepõem e *stone lines*. Com relação às características micromorfológicas que podem ser visualizadas são os revestimentos de argila, fragmentos de rocha arredondado-subarredondado e fragmentos de rocha pouco intemperizados (Müncher, 1974; Kwaad & Müncher, 1977).



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

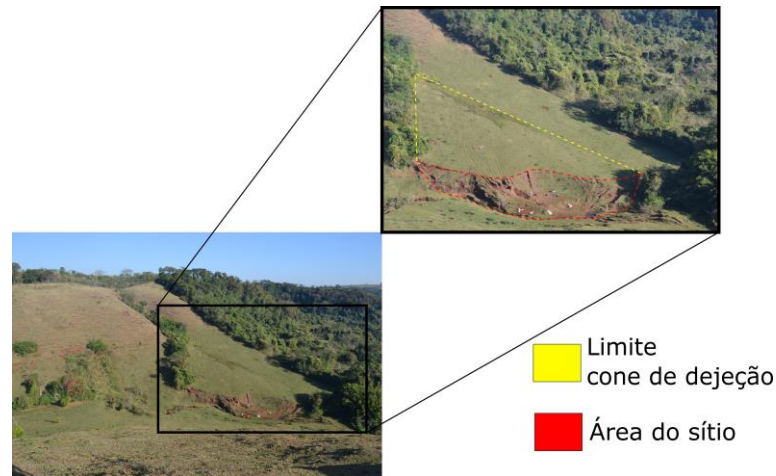


Figura 2: Limites de ocorrência dos fluxos de massa sobre a área do sítio

Os resultados encontrados permitem demonstrar ocorrências de variações climáticas secas e úmidas durante a transição Pleistoceno/Holoceno no sítio Bastos. Outro indício usado para a determinação paleoclimática foi o quartzo nas lâminas (Figura 3). Em cada lâmina haviam variações nas quantidades de quartzo que podem estar relacionadas com diferentes taxas de erosão, pois no topo da sequência ocorrem solos arenosos que quanto cobertos por vegetação densa (clima mais úmido) limitam a erosão, sem essa cobertura os solos poderiam ser erodidos e depositados na área do sítio.

Desta forma, durante a transição Pleistoceno/Holoceno, há três eventos de mudanças ambientais que foram responsáveis tanto pelos processos pedogenéticos como pelos processos erosivos. O primeiro processo erosivo ocorreu no sítio antes de  $12.640 \pm 40$  BP e encontra-se acima de um nível de cascalheira, que representa a base do sítio, formado a partir do canal provavelmente durante uma fase mais seca. O segundo evento é marcado pelo aumento da umidade e diversificação da cobertura vegetal, no Pleistoceno superior (aproximadamente 12.6 Ka), tornando a pedogênese ativa. Esse período foi interrompido por uma nova fase seca (terceiro evento) durante o Holoceno (8.9 Ka) retomando os processos erosivos incorporando



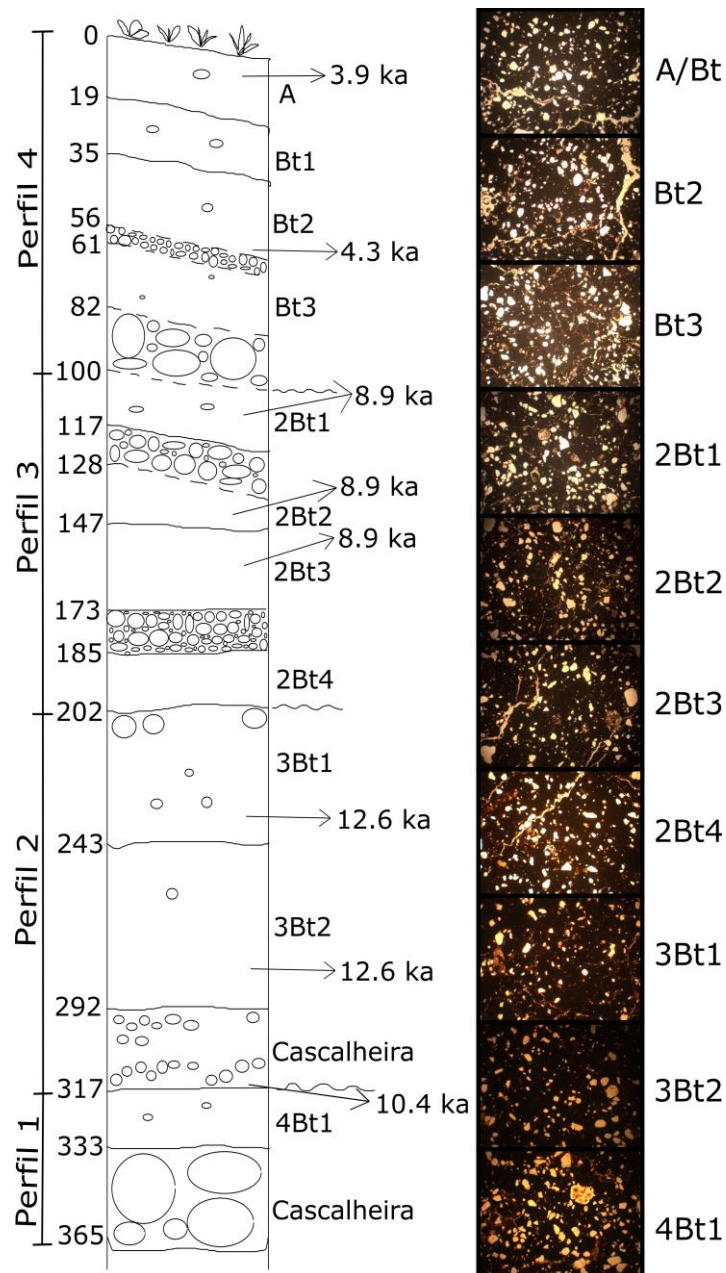
XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

novos cones de dejeção no local do sítio que se estendeu até o depósito datado em 3.9 Ka, que marca a última superfície ocupada bem como os últimos processos deposicionais (Figura 3).







XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Figura 3: À esquerda: modelo esquemático do perfil de solo, mostrando os horizontes com suas respectivas idades. À direita: Aspecto geral das lâminas em relação a cada horizonte (todas as fotos foram tiradas com a objetiva de menor aumento - 2,5).

#### 4. Considerações finais, Agradecimentos e Referências Bibliográficas

A realização das análises mencionadas nesse trabalho foram essenciais para a compreensão de como se deu o desenvolvimento do ambiente quando da ocupação paleoíndia no local de estudo. Foram estabelecidos três eventos principais que marcaram a evolução paleoclimática. Deste modo, a sequência estudada indica que a base dos depósitos foi formada em condições ambientais mais secas. Em 12,6 Ka as condições tornaram-se mais úmidas. E por fim, em 8.9 Ka é retomado os processos erosivos correspondentes a um clima mais seco.

ARAUJO, A.G.M. As Geociências e suas implicações em teoria e métodos arqueológicos. Rev. do Museu de Arqueologia e Etnologia, São Paulo, Suplemento 3: 35-45, 1999.

ARAUJO, A.G. M. e CORREA, L. First Notice of a Paleoindian Site in Central São Paulo State, Brazil: Bastos Site, Dourado County. 2016. Paleoindian Archaeology 1 (1):04-14.

CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agrônomo de Campinas. Campinas, Instituto Agrônomo, 2009. 77 p. (Boletim técnico, 106, Edição revista e atualizada).

dos SANTOS, H. G., JACOMINE, P. K. T., dos ANJOS, L. H. C., de OLIVEIRA, V. A., LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R., ... & CUNHA, T. J. F. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Embrapa Solos-Livro técnico.; 2018 (INFOTECA-E).

FAO Lecture notes on the major soils of the world. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2001. 337p. (World Soil Resource Report, 94).

KWAAD, F.J.P.M. & MÜCHER, H.J. The evolution of soils and slope deposits in the Luxembourg Ardennes near Wiltz., 1977. Geoderma 17, 1-37.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

MÜCHER, H.J. Micromorphology of slope deposits: the necessity of a classification. In Rutherford, G.K. (ed.), Soil Microscopy., 1974. The Limestone Press, Kingston, Ontario, pp. 553–566.

SANTOS, D. R.; LEMOS, C. R.; SANTOS, G. H.; KER, C. J.; ANJOS, C. H. L. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 5º ed. Revisada e ampliada Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência de solo.; 2005.

SOMBROEK, W.G. & SIDERIUS, W. Nitosols, a quest for significant diagnostic criteria. In: ANNUAL Report. Wageningen, International Soil Museum, 1981. p11-31.