

Análise da dinâmica deposicional em uma encosta no sítio arqueológico Bastos, Dourado-SP

Fioravanti, T.N. (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS) ; Machado, D.F.T. (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS) ; Ladeira, F.S.B. (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS)

RESUMO

No sítio arqueológico Bastos são encontrados diversos artefatos líticos que foram preservados devido ao soterramento do sítio por eventos deposicionais. Dessa forma, o objetivo principal foi a caracterização de uma unidade de escavação, a fim de determinar os processos responsáveis pelos eventos. A seção estudada foi caracterizada em campo para determinação de suas propriedades morfológicas e também por análises granulométricas e micromorfológicas. A seção atingiu 229+ cm de profundidade onde foram identificados 7 perfis de solo distintos, com diferenças significativas entre as características morfológicas e granulométricas. Na seção ocorre uma intercalação de perfis mais argilosos e outros mais arenosos representando diferentes áreas fonte para os sedimentos depositados na área. Os perfis mais argilosos possuem características semelhantes aos materiais encontrados ao longo da vertente, enquanto os mais arenosos e cascalhentos são característicos de uma dinâmica fluvial.

PALAVRAS CHAVES

eventos deposicionais; dinâmica de encosta; micromorfologia; vertente; pedogênese

ABSTRACT

At the Bastos archaeological site, various lithic artifacts have been found, preserved due to the burial of the site by depositional events. Therefore, the main objective was to characterize an excavation unit in order to determine the processes responsible for these events. The studied section was characterized in the field to determine its morphological properties, as well as through granulometric and micromorphological analyses. The section reached a depth of 229+ cm, where 7 distinct soil profiles were identified, exhibiting significant differences in morphological and granulometric characteristics. Within the section, there is an intercalation of profiles with higher clay content and others with a higher sand content, representing different sediment source areas for the deposited materials in the area. The clay-rich profiles exhibit similar characteristics to the materials found along the slope, while the sandier and gravel-rich profiles are indicative of fluvial dynamics.

INTRODUÇÃO

O sítio arqueológico Bastos é atualmente considerado um dos mais antigos do Estado de São Paulo. De acordo com Araujo e Correa (2016) as idades obtidas pelo método de radiocarbono apresenta valor máximo de 12.600 cal A.P. (antes do presente). Até o presente já foram encontrados diversos tipos de materiais líticos, sobretudo raspadores, feitos a partir de silcrete e ferramentas rudimentares, utilizadas para lascar o silcrete (ARAUJO E CORREA, 2016). Os registros arqueológicos foram preservados devido a eventos erosivos/deposicionais que levaram ao soterramento do sítio por um cone de dejeção (SÁ E LADEIRA, 2017), ou leque coluvial (ARAUJO E CORREA, 2016), formando o que chamamos aqui de compartimento das rampas de colúvio. As rampas de colúvio são constituídas de superfícies enterradas compostas por seixos angulares de basalto juntamente com os materiais líticos, imersos em uma matriz de finos argilosos formando pavimentos (ARAUJO E CORREA 2016). Nos níveis de terraços, estes pavimentos são intercalados com depósitos arenosos, relacionados a dinâmica fluvial. Os terraços apresentam evidências de alternâncias nos ciclos de erosão e deposição local, onde ocorrem uma sequência de perfis de solo truncados e enterrados. Estes depósitos são compostos por materiais com diferentes granulometrias e níveis de alteração, derivados do intemperismo das rochas das formações Botucatu, Serra Geral e Vale do Rio do Peixe. Nestas condições, solos enterrados e mesmo paleossolos podem ser importantes indicadores paleoambientais (LADEIRA, 2010; SEDOV et al. 2003), fornecendo informações a respeito dos

processos que atuam na elaboração do relevo. Esses eventos estão intrinsecamente ligados às mudanças no ambiente ao longo do tempo, permitindo-nos reconstruir as condições paleoambientais. Essas informações podem ser essenciais para compreender as complexas interações entre os seres humanos e o meio ambiente. Além disso, podem colaborar para identificar locais onde os materiais arqueológicos estão mais propensos a serem encontrados e como eles foram preservados. Dessa forma, o objetivo principal do trabalho foi identificar os eventos erosivos/deposicionais, ocorridos no sítio, bem como a origem dos sedimentos responsáveis pelo soterramento dos perfis de solo descritos.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área O sítio arqueológico Bastos está localizado na porção centro-leste do estado de São Paulo. Mais especificamente o local está inserido dentro do município de Dourado, na Fazenda Monte Alto, a 280 km da capital São Paulo (Figura 1). Este terreno encontra-se na transição entre diferentes unidades litoestratigráficas correspondentes à Bacia do Paraná. Na área ocorrem arenitos eólicos da Formação Botucatu, o derrame basáltico da Formação Serra Geral, e os depósitos da Formação Vale do Rio do Peixe como as litologias associadas ao sítio, correspondendo às principais formações que influenciam nos processos deposicionais que ocorrem na área. Embora possam ocorrer variações regionais, de modo geral, os arenitos da Formação Botucatu apresentam granulação fina a média, são bem selecionados com elevado grau de arredondamento e esfericidade (BONGIOLO et al. 2011; MILANI et al. 2007) e ocasionalmente silicificados (BONGIOLO et al. 2011). Por vezes, ocorrem intercalados aos derrames basálticos da Formação Serra Geral. De acordo com Sá e Ladeira (2017), o contato entre estas formações ocorre por volta de 635-640 m de altitude. As rochas basálticas predominam nas cotas altimétricas em torno de 640m a 722m de altitude. Nas áreas de topo mais elevadas, prevalece a Formação Vale do Rio do Peixe, que no Planalto de Dourado, ocorre por volta da cota de 740m de altitude. Os arenitos dessa Formação são descritos como muito fino a finos, de seleção moderada a boa (FERNANDES E COIMBRA, 2000). Sá e Ladeira (2017) relatam ocorrência de silcrete a 654-720m de altitude, na forma de blocos, que podem estar relacionados a uma antiga superfície de alteração, desmantelada por processos denudacionais. Localizado na base de uma escarpa, o local da unidade de escavação apresenta declividade menor que 8%, no entanto, está circundada por vertentes íngremes e escarpas que podem atingir 75% de declividade, formando um vale inciso. São esses declives acentuados que fazem com que o sítio apresente evidências de eventos deposicionais que tiveram papel importante na preservação do mesmo (ARAUJO E CORREA, 2016; e CORREA, 2017). Desse modo, no local é possível encontrar uma sequência de perfis de solo truncados e enterrados com grande quantidade de artefatos líticos produzidos a partir de arenito silicificado. Descrição do solo e amostragem A trincheira escolhida para o estudo foi descrita de acordo com suas características morfológicas e amostradas com base em Santos et al. (2005), Schoeneberger et al. (2012) e Castro e Cooper (2019). Amostras deformadas foram coletadas sistematicamente para cada um dos horizontes para análises de rotina pedológica. Para as análises micromorfológicas, amostras indeformadas foram coletadas para os horizontes A e Bi e nas transições entre 2C/3C, 4Cg/5Bt e 7Cg1/7Cg2, utilizando caixas de papel com dimensões de 12x9x3 cm. Análises granulométricas Para as análises de rotina pedológica, a amostras de solo foram secas em estufa a 40°C, moídas e peneiradas para se obter a fração terra fina (≤ 2 mm). Para determinação da distribuição de partículas por tamanho, utilizou-se o método da pipeta e solução de NaOH 1 mol L⁻¹ como agente dispersante (EMBRAPA 2017). Análise micromorfológica As amostras indeformadas passaram por um processo de impregnação com resina plástica e posteriormente secas em estufa (55°C) por aproximadamente 2 dias até que ficassem completamente endurecidas para assim iniciar o processo de corte para confecção das lâminas delgadas. Todas as lâminas foram confeccionadas no laboratório de laminação IG/USP. A terminologia empregada nas descrições foram as presente em Stoops (2021) e Castro e Cooper (2019).

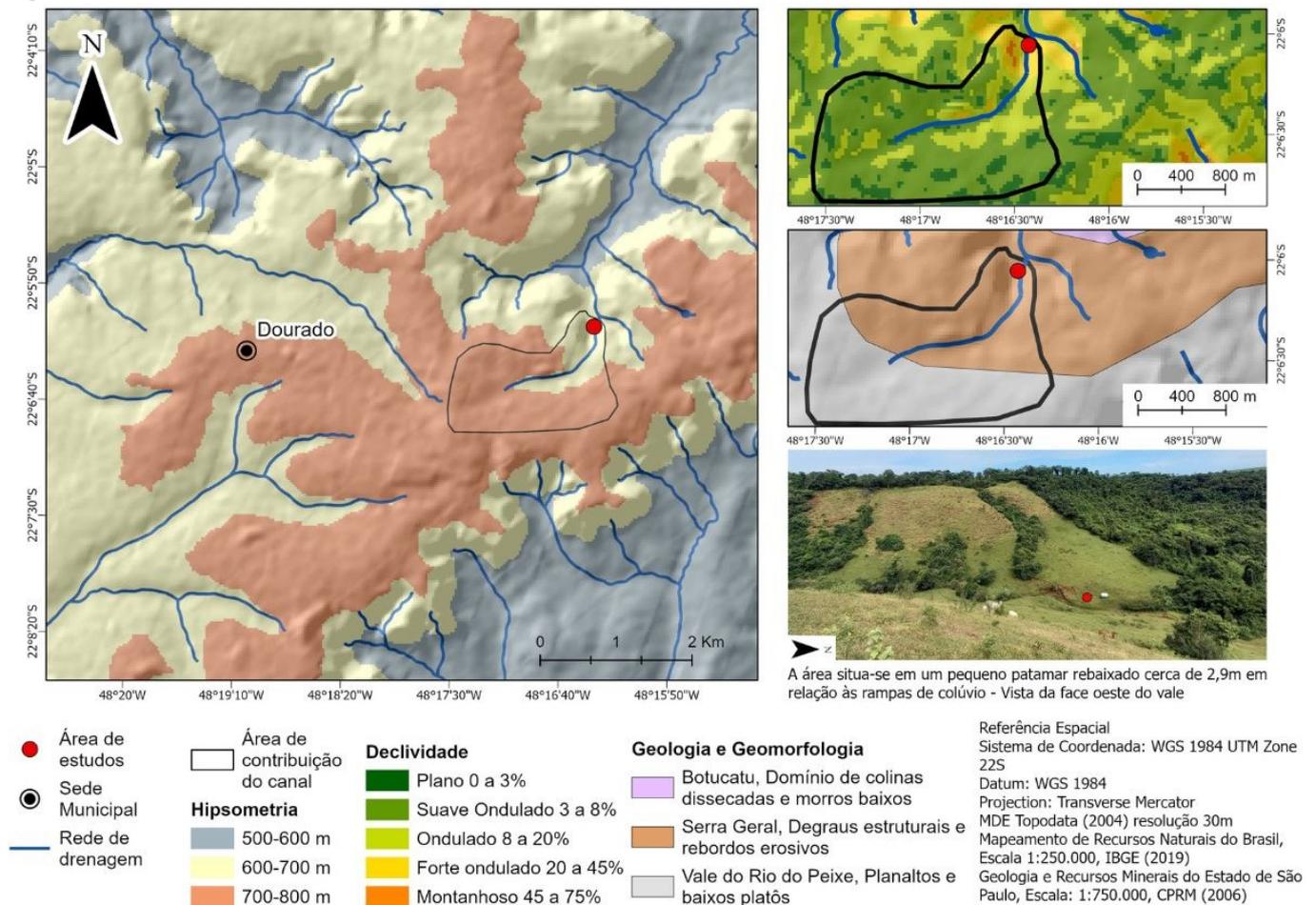
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização morfológica A seção analisada possui 229 cm de profundidade e contém 10 horizontes, (Figura 2). O primeiro perfil exibe coloração bruno-avermelhada 2,5YR 3/3 no horizonte A e 2,5YR 4/3 no horizonte Bi. A textura é franco-argilosa e a estrutura varia de granular pequena no

horizonte superficial e prismática média, desfazendo-se em prismática muito pequena no horizonte Bi, ambos com moderado desenvolvimento. O segundo perfil é composto apenas pelo horizonte 2C, delimitado por descontinuidades. Sua coloração é vermelho-escuro-acinzentado 2,5YR 3/2. A textura é argilo arenosa e a estrutura é maciça. Já o perfil 3 apresenta dois horizontes cujas cores variam de bruno-avermelhado 5YR 4/3 no horizonte 3C1, a cinzento-rosado 7,5YR 7/2 no horizonte 3C2. A textura é arenosa e a estrutura é maciça. O horizonte 4Cg possui cor G2 4/5 PB cinzento-azulado-escuro, com variação para 2,5YR 5/8 vermelho e 7,5YR 6/8 amarelo-avermelhado. A textura é franco arenosa e sua estrutura é maciça. Por sua vez, o perfil 5Bt é predominantemente vermelho-acinzentado 2,5YR 4/2. A textura é argilosa com estrutura prismática pequena a média e grau de desenvolvimento moderado. Possui cerosidade comum e moderada. O penúltimo perfil (6C) apresenta cores amarelo-avermelhado 7,5YR 6/8 e cinzento 7,5YR 6/1. A textura é areia franca e a estrutura é maciça. Neste perfil há um nível de conglomerado composto por fragmentos de basalto e silcrete. Por fim, o perfil 7 contém dois horizontes (7Cg1 e 7Cg2) que apresentam coloração variegada, vermelhas (10YR 5/8; 10YR 4/8; 10YR 7/8; 2,5YR 4/8), em algumas partes associada a raízes oxidadas, e amarelo-avermelhada (7,5YR 6/8) em meio a uma matriz G2 4/5 PB cinzento-azulado-escuro. A textura é franco argilosa e a estrutura é maciça. No horizonte 7Cg1 foram encontradas marcas de raízes muito abundantes e oxidadas. Análise Granulométrica A análise granulométrica dos solos (Figura 2) mostra elevados teores de areia, sendo a fração areia grossa predominante nos horizontes 2C, 3C1 e 3C2, 4Cg e 6C, cujos valores estão entre 53,2% e 84,8%. A fração areia fina apresenta valores semelhantes para todos os horizontes, em média 19,9% com exceção dos horizontes 3C2 e 6C, cujos valores são 6,9% e 7,1% respectivamente. Os maiores valores de silte e argila são encontrados nos horizontes A, Bi, 5Bt e 7Cg1 e 7Cg2, com valores médios de 25,3% e 34,4% respectivamente. Para os demais horizontes (2C; 3C1; 3C2; 4Cg e 6C), os teores de argila variam de 5% a 14% e os de silte ficam entre 2,2% e 12,2%. Caracterização Micromorfológica Das cinco lâminas analisadas, A e Bt, e a porção representativa do horizonte 5Bt foram classificadas com microestrutura em blocos subangulares com distribuição relativa porfírica, enquanto 2C/3C é quitto-enaúlica e a 7Cg1/7Cg2 maciça. Poros fissurais e canais predominam em todas as amostras com exceção da 2C/3C. O fundo matricial é composto predominantemente por grãos de quartzo abrangendo desde grãos arredondados a angulares, com ampla variação de tamanho. Outros grãos minerais são observados, mas em pequenas quantidades, como piroxênios, feldspatos, e fragmentos de rochas com diferentes estágios de intemperismo. Material orgânico é encontrado nas lâminas A, Bt e 2C/3C. São descritas marcas de raízes e carvão (específico do horizonte A). As feições pedológicas estão presentes em todas as amostras, no geral ocorrem revestimentos microlaminados (Bt, 7Cg1/7Cg2), não laminado (4Cg/5Bt), preenchimentos denso incompletos (A, Bt, 4Cg/5Bt), excrementos esféricos (A) e nódulos típicos que são comuns em todas as lâminas. Algumas das feições descritas estão representadas na Figura 3. Discussão Com base nos resultados apresentados, há evidências de que na seção estudada houve uma sucessão de eventos de deposição seguidos de pedogênese ocorridos ao longo do tempo. Os depósitos são caracterizados por ao menos duas fontes de materiais distintos, um mais argiloso proveniente da encosta, correspondendo aos materiais derivados do basalto, e outro material mais arenoso, possivelmente de origem fluvial. Esses diferentes materiais podem ser distinguidos ao longo da seção e apresentados intercalados entre si. Na base da seção, o perfil 7 apresenta elevado teor de argila associado a feições pedológicas como revestimentos e hiporevestimentos, em meio a uma matriz acinzentada decorrente de processos de gleização. De acordo com Stoops (2021), esses tipos de feições pedológicas são sempre formadas in situ, mas que podem ser herdadas de fases pedogenéticas anteriores. Tais evidências sugerem que este perfil já esteve em condições de boa drenagem e infiltração, e atualmente encontram-se em condições hidromórficas justificado pelo seu posicionamento abaixo do nível do canal. No perfil 6 a transição abrupta para o horizonte inferior, ausente de horizonte A, indica um intenso processo erosivo seguido de deposição. A presença de clastos de silcrete imersos em uma matriz arenosa formando um nível conglomerático sugere uma mudança na origem dos materiais depositados, apontando para um depósito aluvial. Nas áreas mais elevadas, o córrego do Silvestre drena sobre os arenitos da formação Vale do Rio do Peixe, compostos por arenitos finos a muito finos, com boa seleção. Os materiais alterados nessas áreas, incluindo os blocos de silcrete próximos às escarpas, provavelmente foram transportados pelo canal e depositados nos terraços. Nas encostas e rampas de colúvio, predominam materiais finos (silte e

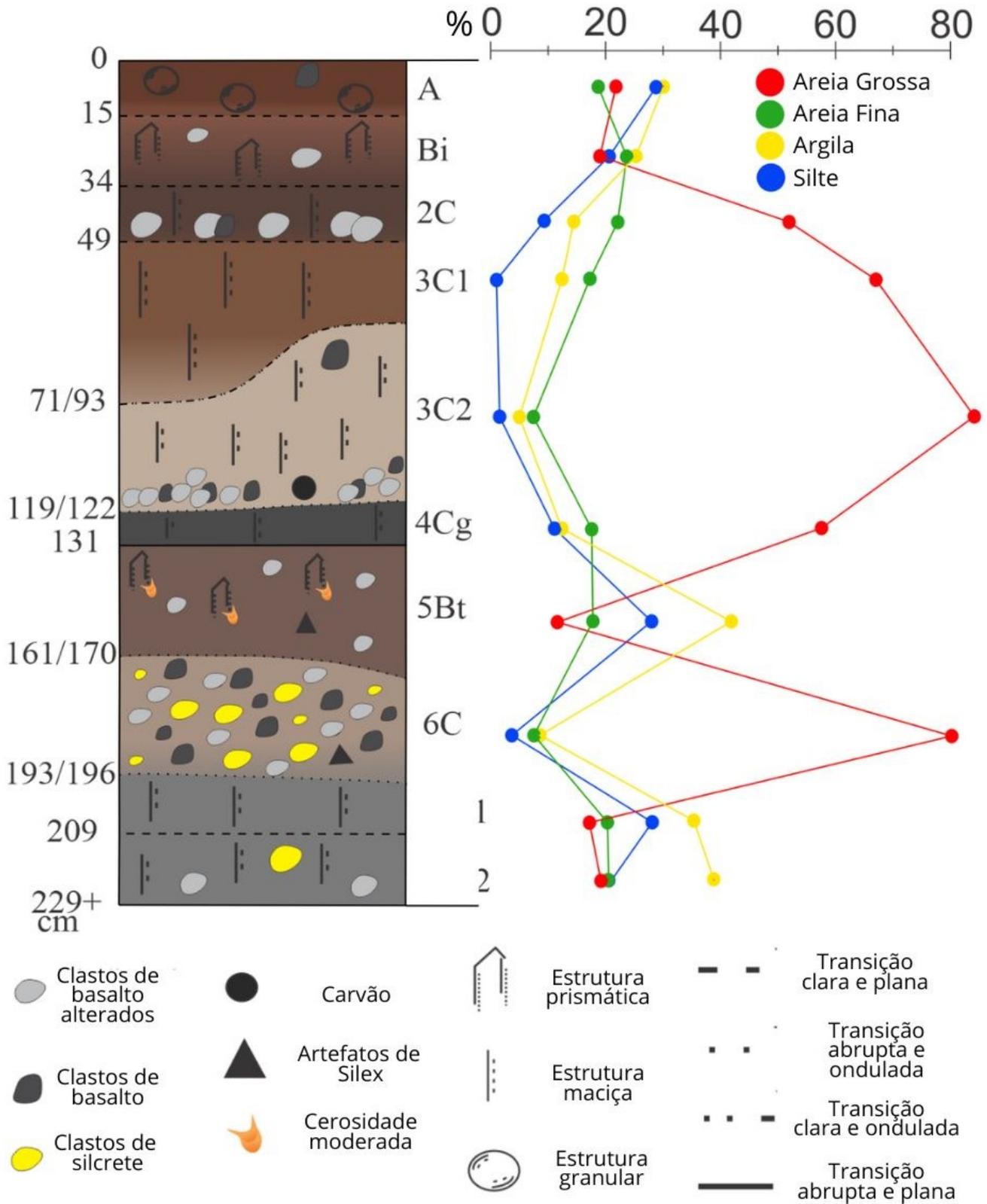
argila) resultantes da alteração do basalto. Dados granulométricos de uma seção vertical próxima a uma rampa coluvial mostram horizontes predominantemente argilosos (FIORAVANTI e LADEIRA, 2019; FIORAVANTI, 2019). Portanto, é improvável que os materiais arenosos tenham sido transportados exclusivamente pelas rampas de colúvio, uma vez que não há evidência de níveis arenosos incorporados nessa área. O contato entre os perfis 5 e 6 revela uma descontinuidade textural resultante de processos ao longo da encosta, originando um novo depósito na área. O escoamento superficial concentrado em canais estreitos forma depósitos em formato de leque devido à diminuição da energia de transporte. Esses depósitos truncam os solos e incorporam materiais líticos pouco selecionados, como clastos de basalto com diferentes graus de intemperismo e ocasionalmente silcrete, com alto teor de argila. Após a deposição desses sedimentos, ocorreu uma fase dominada por processos pedogenéticos, evidenciados pelo desenvolvimento de um horizonte Bt com estrutura prismática, cerosidade nos agregados e revestimentos de argila. A descontinuidade entre os perfis 5 e 4, marca um período de deposição do canal, resultando em um nível arenoso bastante espesso, representado pelos perfis 2, 3 e 4, em que o contato entre os perfis 2 e 3, marca o último evento deposicional fluvial neste terraço. Durante este intervalo a deposição não se deu de forma ininterrupta. Marcas de raízes, canais e preenchimentos nos perfis 4 e na transição entre os horizontes 2C e 3C, são evidências de atividade biológica. Segundo Castro e Cooper 2019 a origem mais comum dos preenchimentos se dá pela escavação de animais do solo e ação de raízes, formando canais que posteriormente são preenchidos por diferentes materiais. Por fim, o perfil 1, ao apresentar características semelhantes às apresentadas por Fioravanti e Ladeira (2019) e também ao perfil 5, indica um novo e também o último evento deposicional de materiais argilosos provenientes da encosta, na área. Sendo assim, atualmente o local está passando por um período de relativa estabilidade em que predominam os processos pedogenéticos.

Figura 1



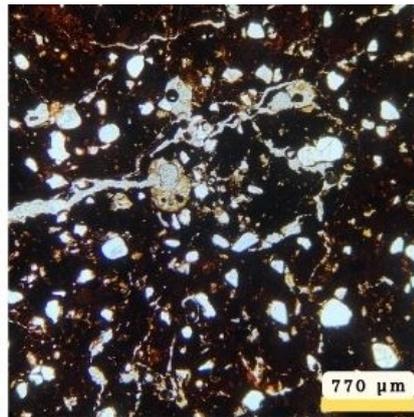
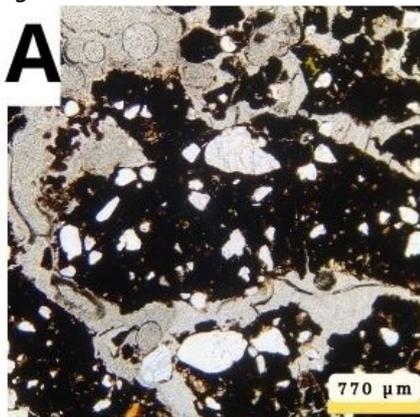
Mapa de localização da área de estudos e contexto fisiográfico.

Figura 2

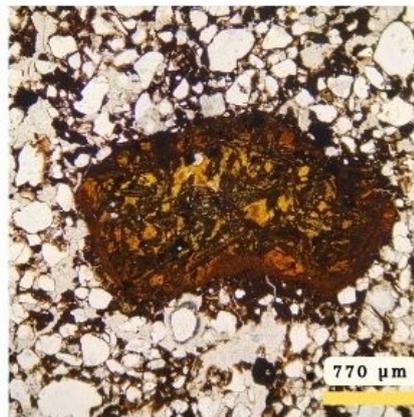
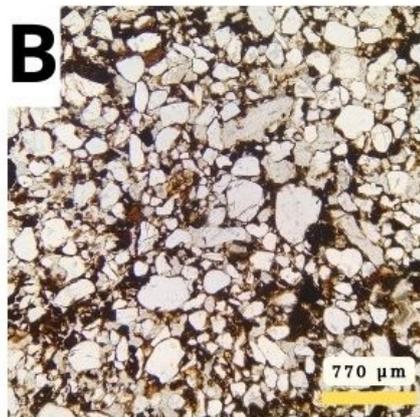


Características morfológicas e texturais da seção vertical

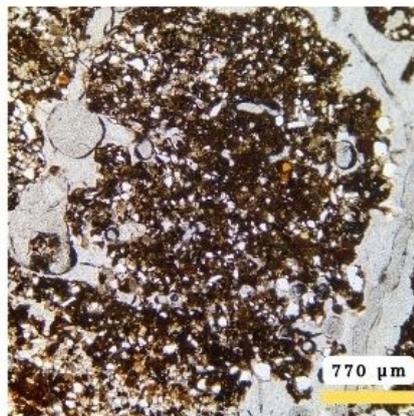
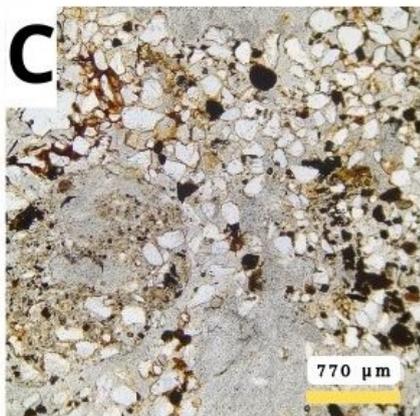
Figura 3



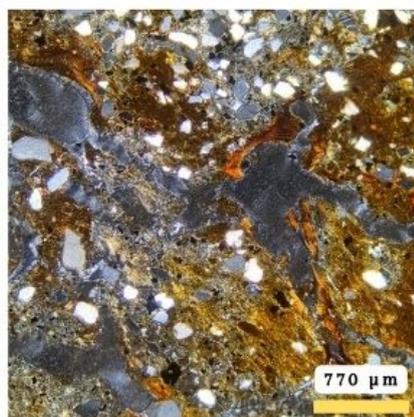
Lâminas A e Bi, estrutura em blocos subangulares, predominância de poros do tipo canais (A) e planares (Bi). A distribuição relativa é porfírica fechada. O fundo matricial evidencia contribuição de fontes distintas de materiais.



Lâmina 2C/3C ápedica, com poros de empacotamento e padrão de distribuição relativa quito-gefúrica. Há contribuição de matéria grosso (quartzo), agregados intrusivos e fragmentos de rocha (basalto).



Lâmina 4Cg/5Bt, microestrutura complexa, com poros de empacotamento (superior) e predomínio de canais (inferior). Na parte superior a distribuição relativa é quito-enaulica. Na base da seção a distribuição relativa é porfírica fechada.



Lâmina 7Cg1/7Cg2, microestrutura maciça com poros do tipo canais, e distribuição relativa porfírica fechada. Matriz de cores pálidas com mosqueados. Feições de revestimentos são comuns.

Características dos horizontes A e Bi (A); transição dos horizontes 2C/3C (B); transição dos horizontes 4Cg/5Bt (C) e transição 7Cg1/7Cg2 (D).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos depósitos revela uma interação dinâmica entre os processos geomorfológicos e pedogenéticos, evidenciando eventos sucessivos ao longo do tempo. Esses depósitos são compostos por pelo menos duas fontes de materiais distintos: um de natureza argilosa proveniente da encosta, relacionado aos materiais derivados do basalto, e outro de natureza mais arenosa, possivelmente de origem fluvial. Essas diferentes origens dos materiais podem ser observadas ao longo da seção, apresentando-se intercaladas entre si. Essa complexidade na origem dos materiais encontrados no sítio arqueológico indica uma dinâmica geomorfológica intrincada no vale, com contribuições tanto de processos aluviais quanto colúviais. Atualmente o canal segue retrabalhando os depósitos de encostas que colmatam o vale e se distribuem por toda área de estudo. O hidromorfismo que avança sobre o horizonte 7Cg e a posição do talvegue do canal, situado aproximadamente 70 cm abaixo do evento deposicional mais recente (2C) e 10 cm acima do mais antigo (6C), evidencia a dinâmica contínua de deposição e erosão que ocorre no vale.

AGRADECIMENTOS

O segundo autor agradece a CAPES pela concessão de bolsa de estudos que permitiu a colaboração nesta pesquisa. O terceiro autor agradece ao CNPq pela Bolsa Produtividade em Pesquisa (307951/2018-9).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- 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.
- BONGIOLO, A. D. B., SOARES, A. P., BITTENCOURT, A. V. L., & FERREIRA, F. J. F. Compartimentação estrutural e conectividade hidráulica dos sistemas aquíferos Serra Geral e Guarani: caracterização hidrogeoquímica na região central do Estado do Paraná. 2011, *Brazilian Journal of Geology*, 41, 319-333.
- CASTRO, S. S; COOPER, M. Fundamentos de micromorfologia de solos. 2019, Viçosa (MG). SBCS, 240 p.
- CORREA, L. C. As indústrias líticas do Holoceno no interior paulista: estudo de caso dos sítios Abrigo do Alvo e Bastos. 2017. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- TEIXEIRA, P. C., DONAGEMMA, G. K., FONTANA, A., & TEIXEIRA, W. G. Manual de métodos de análise de solo. 2017, Brasília (DF). 3. ed. revisada e ampliada. Embrapa.
- FERNANDES, L. A., e COIMBRA, A. M. Revisão estratigráfica da parte oriental da Bacia Bauru (Neocretáceo). 2000, *Revista brasileira de Geociências*. 30(4), 717-728.
- FIORAVANTI, T.; LADEIRA, F. Compreensão da relação homem-solo a partir da análise de trincheira controle nos arredores do Sítio Arqueológico de Bastos – Dourado/SP. 2019, Campinas, SP. *Revista dos Trabalhos de Iniciação Científica da UNICAMP*, n. 27, p. 1-1.
- FIORAVANTI, T. N. Análise pedoarqueológica do Sítio Arqueológico Bastos, Dourado/SP. 2019, Campinas, SP. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, 89p.
- LADEIRA, F. S. B. Solos do passado: origem e identificação. 2010. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34, 1773-1786.
- MILANI, E. J., MELO, J. H.G., SOUZA, P. A., FERNANDES, L. A., FRANÇA, A. B. Bacia do Paraná. 2007,

Boletim de Geociências – Petrobras, 15. 265-287.

SÁ, R. DE., e LADEIRA, F. S. B. Mapeamento Geomorfológico e Geológico dos Arredores do Sítio Arqueológico Bastos – Dourado/SP. In: XXV CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNICAMP, 2017, Campinas, Galoá, 2017.

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. 5° ed. 2005, Viçosa (MG), Sociedade Brasileira de Ciência de solo.

SCHOENEBERGER, P. J.; WYSOCKI, D. A.; BENHAM, E. C. Field book for describing and sampling soils. 2012. Government Printing Office.

SEDOV, S., SOLLEIRO-REBOLLEDO, E., MORALES-PUENTE, P., ARIAS-HERREÌA, A., VALLEJO-GÒMEZ, E., & JASSO-CASTAÑEDA, C. Mineral and organic components of the buried paleosols of the Nevado de Toluca, Central Mexico as indicators of paleoenvironments and soil evolution. 2003. Quaternary International, 106, 169-184.

STOOPS, G. 2021. Guidelines for analysis and description of soil and regolith thin sections. 2021. John Wiley & Sons.