



## CARACTERIZAÇÃO PEDOQUÍMICA EM UM ARQUEOANTROSSOLO DE SAMBAQUI NO LITORAL SUL DO ESPIRITO SANTO

Angélica de Cássia Ladeira<sup>1</sup>  
Fábio Soares de Oliveira<sup>2</sup>  
Carlos Roberto Pires Campos<sup>3</sup>

### RESUMO

Sambaquis são depósitos de concha compostos por vestígios de alimentação humana, restos de fogueiras e cultura material que se destaca na paisagem. Nos sambaquis desenvolvem-se solos designados como arqueoantrossolos, que são solos formados a partir da atividade humana passada. Esses solos são capas de trazer contribuição para o avanço da pedologia e da arqueologia, enfatizando uma Pedoarqueologia. Estudos pedoarqueológicos em arqueoantrossolos de sambaquis ainda são incipientes, pouco se conhece sobre os processos, propriedades e gêneses desses solos. Na região sul do Espírito Santo, muitos sambaquis têm sido recentemente descobertos indicando áreas oportuna para tais estudos. Afim de contribuir com informações pedoarqueológicas sobre os arqueoantrossolos de sambaquis, objetivo dessa pesquisa foi analisar as propriedades pedoquímicas em um sambaqui na região sul do Espírito Santo. O sambaqui estudado foi Rio Preto 1 com amostras de solos coletadas em perfis representativos da base e topo do sambaqui. Foram realizadas análises químicas de acordo com a metodologia da Embrapa (2017). Pelos dados obtidos, os Arqueoantrossolos de sambaquis possuem altos valores de pH, Ca, Mg, K, P e COT, assim como a expressiva participação SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e Fe<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, e CuO na composição química total. Essas propriedades químicas demonstram a influência dos materiais de origem antrópica passada.

**Palavras-chave:** Sambaqui, Arqueoantrossolos, Pedoarqueologia

### RESUMEN

Los sambaquis son depósitos de conchas formados por restos de comida humana, restos de hogueras y cultura material que se destacan en el paisaje. En los sambaquis, se desarrollan suelos conocidos como arqueoantrosolos, que son suelos formados por la actividad humana pasada. Estos suelos son capaces de contribuir al avance de la pedología y la arqueología, destacando una Pedo-arqueología. Los estudios pedo-arqueológicos en arqueoantrosolos de sambaquis son aún incipientes, se sabe poco sobre los procesos, propiedades y génesis de estos suelos. En la región sur de Espírito Santo, se han descubierto recientemente muchos montículos de conchas, lo que indica áreas oportunas para tales estudios. Con el fin de contribuir con información pedo-arqueológica sobre los arqueoantrosolos de montículos de conchas, el objetivo de esta investigación fue analizar las propiedades pedoquímicas de una concha en la región sur de Espírito Santo. El sambaqui estudiado fue Río Preto 1 con muestras de suelo recolectadas en perfiles representativos de la base y cima del sambaqui. Los análisis químicos se realizaron según la metodología Embrapa (2017). A partir de los datos obtenidos, los arqueoantrosolos de sambaquis

<sup>1</sup>Mestrado do Curso de Geologia Ambiental e Recursos Naturais, do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, [angelicadecassialadeira@gmail.com](mailto:angelicadecassialadeira@gmail.com);

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, [fabiosolos@gmail.com](mailto:fabiosolos@gmail.com);

<sup>3</sup>Programa de Pós-Graduação em Ensino de Humanidades, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, campus Vitória, [carlosr@ifes.edu.br](mailto:carlosr@ifes.edu.br)



presentan valores elevados de pH, Ca, Mg, K, P y TOC, así como la participación expresiva de SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y Fe<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, y CuO en la composición química total. Estas propiedades químicas demuestran la influencia de materiales de origen antrópico pasado.

**Palabras clave:** Sambaqui, Arqueoantrosolos, Pedoarqueología

## INTRODUÇÃO

A palavra sambaqui é derivada de tamba (mariscos) e Ki (amontoamento) que trata de uma acumulação artificial de conchas e vestígios da atividade humana (Prous, 1992). Os sambaquis representam intervenções intencionais na paisagem (De Blasis, 2007), construídos por comunidades pré-colombianos que viviam da pesca e da coleta de molusco, entre 8.000 e 2.000 mil anos atrás (Prous, 1992). Caracterizados por sua típica forma arredondada, de dimensões variáveis, podem chegar a mais de 30 m de altura em algumas regiões de Brasil (Gaspar, 2000). São encontrados próximos ao mar, lagos, baías, manguezais, restingas, ilhas e afloramentos rochosos, locais que garantiam aquisição de alimentos e a manutenção do modo de vida dos sambaquieiros (Prous, 1992; Gaspar, 2000).

Nos últimos anos tem aumentado o número de estudos sobre a formação de solos em sítios arqueológicos relacionados à ocupação de povos sambaquieiros no Brasil (Teixeira et al., 2012; Gernet, 2012; Corrêa et al., 2013; Reis, 2015; Silva, 2018). Tais solos podem ser enquadrados como Arqueoantrossolos, um termo utilizado para designar solos cuja gênese está ligada às atividades humanas antigas e a depender de seu contexto de formação, podem ser denominados de Terras Pretas Arqueológicas (TPA), Terras Mulatas, solos sob abrigos e solos de sambaquis. A transformação de alguns materiais antrópicos adicionados, como dejetos humanos, espinhas de peixe, conchas, cinzas, entre outros; conferem a estes solos propriedades pedoquímicas anômalas (Kämpf & Kern, 2005).

Apesar dos avanços recentes, pouco se conhece sobre a ação dos processos pedogenéticos e a origem dos solos de sambaquis. Tais lacunas de conhecimento derivam principalmente da escassez de informações e dados das propriedades destes solos em escala nacional, abarcando toda a diversidade de ambientes, natureza e densidade de ocupação nos quais eles ocorrem. Em termos das suas propriedades, o que se sabe é que tais solos apresentam cor escura (valor Munsell baixo), pH alcalino, elevados teores de Ca, Mg, K, Zn, Cu, Co trocáveis, substancial conteúdo de matéria orgânica (pedogenética e pirogenética) e, principalmente, alta disponibilidade de P (Villagran, 2008; Corrêa et al., 2011; Teixeira et al., 2012; Gernet, 2012; Reis, 2015; Silva, 2018). Além da típica morfologia monticular, já citada, os solos de sambaquis podem ainda apresentar vestígios de fogueiras, carvão, ossos e



fragmentos de cerâmica, materiais que incrementam sua fertilidade natural (Villagran, 2008; Reis, 2015).

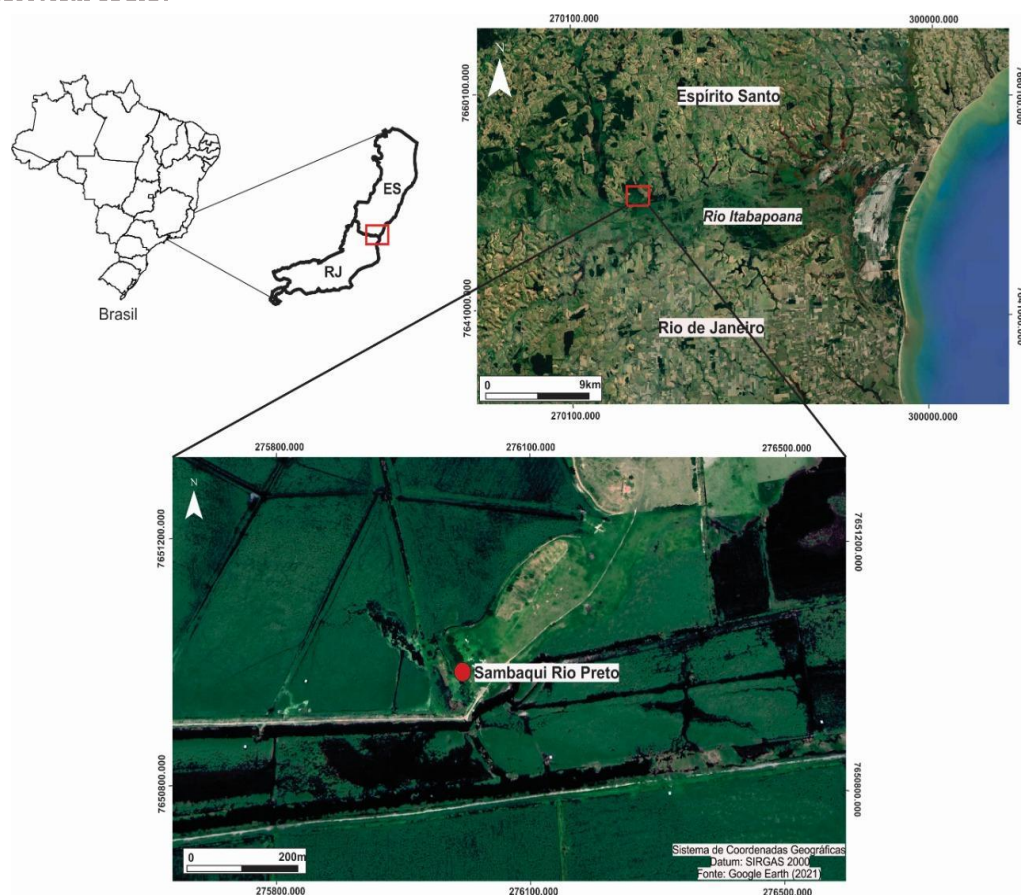
. Esses solos são capas de trazer contribuição para o avanço da pedologia e da arqueologia, enfatizando uma Pedoarqueologia. Afim de contribuir com informações pedoarqueológicas sobre os arqueoantrossolos de sambaquis, objetivo dessa pesquisa foi analisar as propriedades pedoquímicas em um sambaqui na região sul do Espírito Santo. Para tal, foi estudado o sambaqui Rio Preto 1 localizado na Fazenda Rio Preto pertencente ao município de Presidente Kennedy-ES, na divisa entre os estados do Espírito Santo e Rio Janeiro, na região do baixo Rio Itabapoana. No sambaqui Rio Preto 1, amostras de solos foram coletadas em perfis representativos da base e topo do sambaqui. Essas amostras foram submetidas a análises pedoquímicas em laboratório.

A formação de solo no sambaqui Rio Preto 1 têm sua gênese influenciada por diferentes fatores e processos. Os solos apresentaram alto teores de pH, Ca, K, Co P, e enriquecimento químico total em P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ZnO, CuO, MnO e K<sub>2</sub>O. Essas propriedades pedoquímicas estão relacionadas à composição dos materiais arqueológicos depositados pelos grupos humanos do passado e na estratigrafia dos perfis estudados. Os dados pedoquímicos auxiliam na compreensão das gêneses em Arqueoantrossolos de sambaquis.

## **METODOLOGIA**

O sambaqui Rio Preto 1 está localizado na Fazenda Rio Preto (coordenadas centrais UTM 0275739 / 7651026), pertencente ao município de Presidente Kennedy-ES, na divisa entre os estados do Espírito Santo e Rio Janeiro, na região do baixo Rio Itabapoana (Figura 1).

O sambaqui Rio Preto 1 constitui um amontoado de conchas das espécies *Erodona mactroides* e *Anomalocardia sp.* (Campos, 2021), de porte médio a grande (2 a 8 cm), cuja área total gira em torno de 350 m<sup>2</sup>, sendo aproximadamente 6m de altura e 30m de circunferência. Quando comparado a outros sítios em que foram realizados estudos pedoarqueológicos no Brasil (Villagran, 2008; Gernet, 2012; Reis, 2015; Silva, 2018; Cardoso et al. 2020), apresenta uma estratigrafia de menor complexidade, principalmente em relação à menor diversidade de seus materiais constituintes.

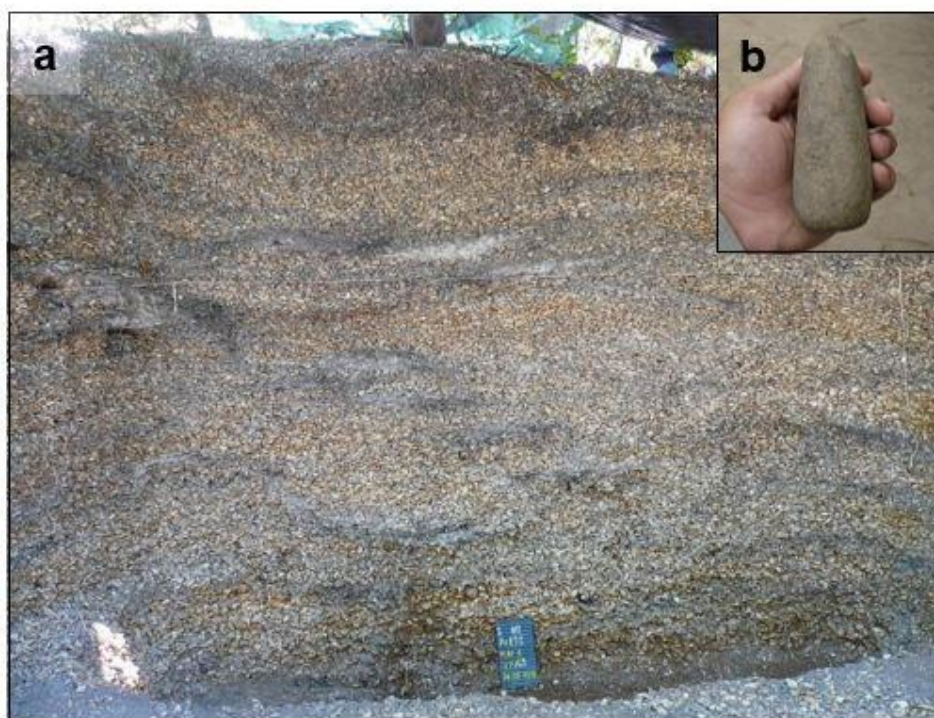


**Figura 1** - Localização do Sítio Rio Preto 1, margem do rio Preto, na sua confluência com o Rio Itabapoana, município de Presidente Kennedy-ES.

Os vestígios de ocupação humana estão restritos às espessas camadas de conchas de organismos bivalves. Não foram identificados cerâmica ou materiais líticos, embora haja relatos de que foi encontrado artefato lítico pelos proprietários da fazenda em antiga intervenção (Lira, 2018; Figura 2b). Essas conchas encontram-se pouco fragmentadas, e muito soltas. O baixo nível de fragmentação das conchas pode indicar pouco efeito cumulativo da bioturbação (Lira, 2018) e pisoteamento.

A despeito da estrutura solta do sambaqui Rio Preto 1, é comum a presença de núcleos fortemente cimentados, dispostos na forma de lentes de materiais escuros (carvões) e acinzentados (cinzas). Isso porque, intercaladas com as conchas, ocorrem estruturas de combustão, restos de fogueiras (Figura 2a). Organização semelhante foi reportada por Villagran (2008) em sítios de sambaquis no norte do Espírito Santo. A grande densidade de fogueiras foi interpretada como um indicador da permanência mais longa dos grupos humanos no local, podendo ser, inclusive, um sítio de habitação pertencente a um complexo interligado a outros sambaquis (Lira, 2018).

O trabalho de campo foi realizado em agosto de 2019 durante a expedição de “Intervenção Arqueológica no Sambaqui do Rio Preto”, coordenada pelo arqueólogo Dr. Carlos Roberto Pires Campos. O Sítio Rio Preto 1 está em processo de registro no Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos e os dados gerados por este trabalho subsidiaram a submissão do pedido de registro.



**Figura 2** - Perfil arqueostratigráfico do Sambaqui Rio Preto 1, destacando: (a) sequência de camadas com a presença de estruturas de combustão (fogueiras), b) detalhe de artefato lítico polido encontrado na escavação.

Foram selecionados para este estudo dois perfis de solos, um no topo (P1) e outro na borda do sambaqui (P2). Além disso, foram selecionadas três fogueiras para análise, duas delas localizadas num mesmo perfil, sendo uma em profundidade (F1 a 190 cm) e outra mais próxima a superfície (F2 a 40 cm). A terceira fogueira está a 85cm de profundidade no perfil P2. As fogueiras são feições marcantes da estratigrafia do Sambaqui Rio Preto I (Lira 2018), e o estudo específico dos materiais que as constituem pode contribuir com a compreensão da pedogênese nestes ambientes.

As coletas foram realizadas tendo como referência o trabalho arqueostratigráfico conduzido pelos arqueólogos e arqueólogas, associadas a feições pedológicas de interesse a este estudo. As descrições morfológicas foram realizadas conforme Santos et al. (2015), sendo a coleta de amostras em cada horizonte/camada realizada em volume duas ou três vezes maior que em levantamentos pedológicos tradicionais, devido à baixa quantidade de material com granulometria inferior a 2 mm, necessária às análises. Além das amostras representativas de



cada horizonte/camada, foram coletadas amostras de carvões, restos de fogueiras e concreções carbonáticas.

As amostras foram secas ao ar, desagregadas e passadas em peneira de 2 mm, obtendo-se a fração terra fina seca ao ar (TFSA), para serem submetidas a análises químicas conforme Embrapa (2017). O pH em água foi determinado em suspensão solo:água, na relação 1:2,5, após agitação manual. Os cátions trocáveis  $Al^{3+}$ ,  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  foram extraídos em solução de KCl 1 mol/L; e  $Na^+$ ,  $K^+$ , P disponível e micronutrientes, em Mehlich-1.  $Al^{3+}$ ,  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  foram quantificados por espectrometria de absorção atômica;  $Na^+$  e  $K^+$  por fotometria de chama; e P por colorimetria, na presença de ácido ascórbico. H + Al foi extraído em solução tamponada de acetato de cálcio 1 mol/L, a pH 7,0, e determinada por titulação. O carbono orgânico total (COT) foi determinado conforme o método de Walkley-Black modificado.

Ainda sobre as análises químicas, foi mensurada a composição total por Fluorescência de Raios-X (XRF). A TFSA foi pulverizada e passada em peneira de malha de 200 mesh e prensada em prensa hidráulica (4 t/cm<sup>2</sup> por 3 min) para a confecção de pastilhas com 2 mm de altura. Essas pastilhas foram levadas para análise química semiquantitativa no espectrômetro de microfluorescência de raios X por energia dispersiva ( $\mu$ -EDX-1300, Shimadzu, Kyoto, Japão). Para a calibração do equipamento, foi utilizado uma amostra de referência de solo do NIST, Soil II Montana (2711a).

## REFERENCIAL TEÓRICO

Pelo estudo de Dokuchaev, futuramente sistematizado por Jenny, o solo é formado pela interação de cinco fatores: clima, relevo, material de origem, tempo e organismos. Para Jenny, este último fator inclui também a humanidade, seja eliminando e modificando a cobertura vegetal original ou promovendo práticas agrícolas que alteram as características químicas e/ou físicas dos solos (Reetz, 2017).

No entanto, Dudai et al. (2002) consideram a humanidade como sexto fator de formação do solo e afirmam que a ação antrópica sobre o solo se faz em seis condições fundamentais: os humanos provocam mudanças nas classes de solos; produzem horizontes diagnósticos; produzem novos materiais parentais; provocam distúrbios profundos no perfil dos solos; provocam mudanças na topografia original; produzem alterações na superfície dos solos. Para Drew (2010), a humanidade tem provocado impacto em diferentes aspectos sobre o meio físico, e tem alterado as características químicas e físicas dos solos naturais, criando novos solos.



Com o avanço das pesquisas pedológicas no Séc. XX, foi ficando cada vez mais claro que os humanos não podem ser desconsiderados como agentes pedológicos, uma vez que a expressão espacial dos solos alteradas por suas atividades foi se tornando cada vez mais global. Os solos formados ou modificados pela influência humana são designados como solos antrópicos, solos urbanos, depósitos tecnogênicos, antropossolos, antrossolos, tecnossolos e arqueantrossolos (Peloggia, 1997; Kämpf et al., 2003; Pedron et al., 2004; Curcio et al., 2004, Corrêa et al., 2013; WRB/FAO, 2015).

O termo solo antrópico refere-se aos solos modificados pelo uso intenso e continuado das atividades agrícolas, mineral e urbana (Pedron et al., 2004). Já o termo solo urbano, refere-se aos solos formados pelas atividades humanas no ambiente urbano e industrial (Pedron et al., 2004). Estes solos foram formados devido ao crescimento desordenado das cidades, intensificado pelo fenômeno da urbanização, e apresentam uma mistura de materiais como restos de construções, tijolos, borrachas, pedaços de madeiras, ferros, concretos, restos de pavimentos e materiais plásticos. Os solos urbanos podem apresentar seus horizontes removidos ou alterados, suas propriedades químicas e físicas e biológicas modificadas; podem apresentar grandes quantidades de metais pesados e substâncias tóxicas (Pedron et al. 2004).

O termo antropossolos é uma nomenclatura que vem sendo discutida pelo SiBCS para incorporação dos solos antrópicos em nível de ordem. A primeira proposta foi feita por Curcio et al. (2004), para solos antropogênicos atuais, formados por camadas antrópicas de composição orgânica e inorgânica com espessura de, no mínimo, 40 cm. Já os depósitos tecnogênicos tratam de um conceito mais utilizado na Geologia e Geografia para solos ou depósitos construídos, induzidos ou modificados pela atividade humana. Esses depósitos são testemunhos da ação antrópica, sendo facilmente verificada sua presença no espaço urbano, principalmente na forma de aterros urbanos, lixões e aterros sanitários (Bertê & Suertegaray, 2004). Segundo Peloggia (1997), estes volumes pedológicos são marcados pela tecnogênese e constituem futuros marcos estratigráficos para a análise do Antropoceno.

Os antrossolos e tecnossolos são as classes de solos antropizadas adotadas pela WRB (2015). Os antrossolos são caracterizados por solos provenientes da agricultura intensiva, adições de materiais orgânicos, irrigação e cultivo de áreas por milhares de ano. A influência humana nestes solos restringe-se normalmente ao horizonte superficial, que se desenvolve de maneira diferente conforme atividade exercida (Dias, 2017). Já os Tecnossolos são solos dominados ou fortemente influenciados pela presença de artefatos e materiais artificiais (WRB, 2015). Os artefatos são criados e substancialmente modificados ou trazidos à superfície por seres humanos, muitas vezes resultantes do processo industrial (Dias, 2017).



Arqueoantrossolo é um termo proposto para designar solos cuja gênese está ligada às atividades humanas passadas, em contexto arqueológico, com adições de materiais orgânicos por milhares de anos, formando solos com características e propriedades diferentes dos solos do entorno. A influência das populações na gênese desses solos é geralmente restrita aos horizontes superficiais que se desenvolverem de maneiras diferentes conforme a atividade exercida (Kämpf & Kern, 2005; Corrêa et al., 2011). Podem apresentar características físicas e químicas variadas de acordo com os fatores pedogenéticos, tipos de materiais depositados pelos humanos e características do solo natural onde ocorreu esse acúmulo (Corrêa et al., 2013). São, por exemplo, as Terras Pretas Arqueológicas, terras mulatas, solos sobre sambaquis e solos sob abrigos (Lima et al., 2002; Lehmann, et al., 2003).

As Terra Preta Arqueológica (TPAs), que são encontradas principalmente na região Amazônica, em áreas de várzeas e de terras firmes; e apresentam coloração escura e elevada fertilidade (Costa et al., 2009; Schmidt, 2016). As TPAs são locais de antigos assentamentos que contém artefatos culturais, materiais líticos e restos de cerâmicas, apresentam cor escura, alto pH e elevado teor de Ca, Mg, K, P e Co, resultantes de cinzas, resíduos de peixes, conchas e dejetos humanos (Kämpf & Kern, 2005; Costa et al. 2009; Schmidt 2016). A cor escura se deve principalmente ao material orgânico medianamente decomposto transformado em carvão, como resíduo de fogueiras domésticas e queimadas para o uso agrícola do solo (Kämpf & Kern, 2005).

Outro tipo de Arqueoantrossolo são as terras mulatas, que possuem certa semelhança com as TPAs, e também são recorrentes na região amazônica (Denevan, 2009). Esses solos também apresentam cor escura, conteúdo moderado de matéria orgânica, P disponível, cálcio e magnésio, e ausência de material arqueológico (Denevan, 2009; Sombroek et al., 2009). Embora menos estudados, pesquisas indicam que são formadas intencionalmente pela aplicação de resíduos humanos ou animais em assentamentos permanentes ou semipermanentes, com uso frequente de queimadas (carbonização) (Kämpf et al., 2003; Kämpf & Kern, 2005; Sombroek et al., 2009).

Os Arqueoantrossolo sob abrigos apresentam característica comuns com os demais arqueantrossolos, como elevados valores de pH, Ca, Mg, Zn, Cu, P disponível, e susceptibilidade magnética, porém com uma característica singular: relativa homogeneidade em todo o perfil, inclusive em camadas consideradas estéreis pela Arqueologia, ou seja, que não permitem a separação das camadas antrópicas daquelas formadas pela pedogênese (Vasconcelos et al., 2013; Sousa et al., 2015). Além disso, geralmente não possuem horizonte A superficial e não apresenta o desenvolvimento de estrutura, sendo muitas vezes





“pulverulentos”, o que é atribuído a grande presença de cinzas e alto pH que pode diminuir a atividade biológica (Vasconcelos et al., 2013).

Conforme destaca Vasconcelos et al. (2013), arqueoantrossolos sob abrigo calcário apresentaram uma gênese policíclica, marcada por pronunciada alternância climática associada a distintos períodos de ocupação antrópica, que resultaram na formação de camadas aparentemente sem relação pedogenética entre si. Nos solos sob abrigos quartizíticos, Souza (2017) destaca a origem dos arqueoantrossolos associada aos hábitos culturais das populações que viviam nesses abrigos, como a prática de sepultar os mortos e atividades relacionadas a fogueira.

O quarto grupo de arqueoantrossolos, objeto de estudo deste trabalho, são os solos de sambaquis, que mesmo apresentado diversos estudos de cunho pedológico (Villagran, 2008; Gernet 2012; Reis 2015; Silva, 2018; Ladeira, 2019; Cardoso et al., 2020), ainda possuem diversas lacunas de conhecimento em relação a sua gênese, às vezes, inclusive, interpretada de maneira controversa, suscitando a necessidade de novos estudos.

Segundo Kämpf & Kern (2005), a formação do solo em sambaquis está relacionada às atividades essencialmente antrópicas, uma vez que foi desenvolvida por assentamentos (habitações) em longo prazo, com adições de resíduos domésticos; e são baseadas em construções de terra, edificação de aterros para assentamentos e sepultamentos. Esses solos resultaram da evolução pedogenética sobre um amontoado de conchas, entremeados por restos vegetais e de fogueiras depositados pelos caçadores-coletores. Apresentam uma estratigrafia de camadas bastante complexa, sendo que entre estas camadas ocorrem horizontes escuros que refletem uma dinâmica de ocupação estacional. Essa complexidade estratigráfica está em parte relacionada ao fato de que os grupos escolhiam locais diferentes dentro dos sambaquis para desenvolver suas atividades (Gernet, 2012).

Os solos de sambaquis apresentam cor escura (valor baixo na escala de Munssel), pH alcalino, elevadores teores de Ca, Mg, K, Zn, Cu, Co e principalmente P (Villagran 2008, Gernet, 2012; Côrrea et al., 2013; Reis, 2015; Silva, 2018). Apresentam feições monticulares, com presença de conchas, restos de fogueiras, carvão, ossos e fragmentos de cerâmicas que enaltece a fertilidade desses solos (Reis, 2005; Villagran, 2008). Côrrea (2013) cita que arqueoantrossolos de sambaquis apresentam como principais fontes de P e Ca, os tecidos ósseos, carapaças de moluscos e espinhas de peixes, além de fontes mais prontamente disponíveis, não mais presente no solo, como conteúdos menos densos e maciços (não ósseos) de moluscos, peixes e animais terrestres.



## RESULTADOS

As propriedades químicas são apresentadas na Tabela 1. Todos os horizontes analisados apresentaram pH alcalino, variando de entre 7 e 8. O complexo de troca é saturado por  $\text{Ca}^{2+}$ , com valores que chegam a  $21,1 \text{ cmol/dm}^3$ , e que se expressa na forma de valores de saturação por bases extremamente altos (V igual a 100%). Os valores de  $\text{Mg}^{2+}$  são inferiores aos do  $\text{Ca}^{2+}$ , ainda que possam ser considerados altos, principalmente em P1, em que todos os horizontes apresentam valores maiores que  $2 \text{ cmol/dm}^3$ .

Os valores de  $\text{K}^+$  foram inferiores aos demais cátions, variando entre 0,18 e 0,66  $\text{cmol/dm}^3$ . Os maiores valores foram observados nos horizontes superficiais Au, inclusive do perfil P1, o que pode apontar para uma fonte de enriquecimento não geogênica, pois esse perfil foi coletado no topo do sambaqui, distante do solo original. Embora não suficientes para configurar o caráter sódico, os índices de saturação por sódio são ligeiramente altos, quase sempre maiores que 2%, e sugerem, ainda que menos intensa, a importância do *spray* salino para o aporte deste elemento em ambientes litorâneos.

**Tabela 1** - Propriedades químicas dos arqueossolos de sambaqui do Sítio Rio Preto I

Hor.*	Prof. (cm)	pH (H <sub>2</sub> O)	P <sup>1</sup> mg.dm <sup>-3</sup>	cmolc.dm <sup>-3</sup>										%		mg.dm <sup>-3</sup>				g.kg <sup>-1</sup>	
				Na <sup>1</sup>	K <sup>1</sup>	Ca <sup>2</sup>	Mg <sup>2</sup>	Al <sup>2</sup>	H + Al <sup>3</sup>	SB <sup>4</sup>	t <sup>5</sup>	T <sup>6</sup>	V <sup>7</sup>	m <sup>8</sup>	ISNa <sup>9</sup>	Cu <sup>1</sup>	Mn <sup>1</sup>	Fe <sup>1</sup>	Zn <sup>1</sup>	CaCO <sub>3</sub> <sup>10</sup>	TOC <sup>11</sup>
<b>Perfil 1 - Arqueossolo Tâmbico, ebânico, endoêtrico, esquelético, carbonático<sup>12</sup></b>																					
Au	0-10	7,66	315,9	0,74	0,66	21,11	2,84	0,0	0,00	25,34	25,34	25,34	100,0	0,0	2,90	0,22	4,0	0,3	0,15	242,64*	9,5
Acu1	10-15	7,82	383,0	0,53	0,39	18,20	2,84	0,0	0,00	21,96	21,96	21,96	100,0	0,0	2,42	0,23	3,0	0,0	0,09	241,72*	15,8
Acu2	15-20/25	7,92	185,6	0,59	0,35	17,37	2,20	0,0	0,00	20,51	20,51	20,51	100,0	0,0	2,88	0,26	2,1	0,0	0,08	245,40*	13,8
<b>Perfil 2 - Arqueossolo Tâmbico, cinzento, endoêtrico, esquelético, carbonático<sup>12</sup></b>																					
Au	0-10	7,28	462,0	0,30	0,65	15,97	1,66	0,0	0,02	18,61	18,61	18,81	98,90	0,0	1,59	0,28	9,0	1,6	0,92	248,16*	12,9
C2	12-28	7,66	245,6	0,26	0,27	8,01	0,54	0,0	0,00	9,08	9,08	9,08	100,0	0,0	2,82	0,40	6,3	0,0	0,47	248,16*	2,3
C3	28-35	7,70	196,1	0,33	0,20	19,43	0,66	0,0	0,00	20,63	20,63	20,63	100,0	0,0	1,62	0,22	2,2	0,0	0,07	249,08*	8,8
C6	65-75	7,76	394,9	0,32	0,18	13,07	0,40	0,0	0,00	13,97	13,97	13,97	100,0	0,0	2,33	0,23	3,0	0,0	0,11	243,56*	5,0
Ab1	100-110	7,55	1442,4	0,29	0,21	8,53	0,17	0,0	0,00	9,20	9,20	9,20	100,0	0,0	3,16	0,49	16,0	3,7	12,18	89,92*	1,9
Ab2	110-120	7,87	405,8	0,19	0,08	6,83	0,15	0,0	0,00	7,25	7,25	7,25	100,0	0,0	2,59	0,36	25,5	4,6	2,71	62,32*	1,7
<b>Fogueiras enterradas</b>																					
F1	190	7,96	214,9	0,27	0,17	13,05	0,74	0,0	0,00	14,22	14,22	14,22	100,0	0,0	1,86	0,23	1,7	0,0	0,08	nd	11,8
F2	40	7,87	604,7	0,28	0,19	13,20	0,35	0,0	0,00	14,03	14,03	14,03	100,0	0,0	2,01	0,23	1,8	0,0	0,06	nd	13,3

\* a ausência de TFSA após a separação da fração < 2mm impediu a realização das análises químicas de alguns horizontes. <sup>1</sup>Extraído com Mehlich-1; <sup>2</sup>Extraído com KCl 1 mol.L<sup>-1</sup>; <sup>3</sup>Extraído com acetato de cálcio 0,5 mol.L<sup>-1</sup> à pH 7,0; <sup>4</sup>Soma de bases; <sup>5</sup>Capacidade de troca catiônica efetiva; <sup>6</sup>Capacidade de troca catiônica potencial; <sup>7</sup>Saturação por bases; <sup>8</sup>Saturação por alumínio; <sup>9</sup>Índice de saturação por sódio; <sup>10</sup>Equivalente de CaCO<sub>3</sub>; <sup>11</sup>Carbono orgânico total; <sup>12</sup>Classificação segundo Kampf & Kern (2005); \*Forte efervescência; nd = não determinado

O Al<sup>3+</sup> está ausente no complexo de troca, dada sua baixa solubilidade em pH acima de 5,5. Os valores de equivalente de carbonatos são altos e evidenciam a influência do material antrópico carbonático na constituição dos solos analisados. Foram observados valores acima de



200 g.kg<sup>-1</sup> em quase todos os horizontes, com exceção de Ab1 e Ab2 do P2, que apresentaram valores, respectivamente, de 89,92 e 62,32 cmol/dm<sup>3</sup>. O conteúdo de P é alto, chegando a 1442,4 mg.dm<sup>-3</sup> em subsuperfície (horizonte Ab1 de P2), com média de 294,83 entre os horizontes de P1 e 524,46 em P2.

Os valores dos micronutrientes Mn e Zn são altos, e os de Cu e Fe baixos. Em todos eles os maiores valores foram observados em subsuperfície, principalmente nos horizontes Ab1 e Ab2. O TOC apresenta valores próximos ou superiores a 10 g.kg<sup>-1</sup> em superfície (Au e ACu), e inferiores a isso em subsuperfície (C e Ab).

**Tabela 2** - Teores totais de elementos maiores na forma de óxidos determinados por Fluorescência de Raios-X.

Hor.	Prof. (cm)	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ZnO	CuO	MnO	SrO
<b>Perfil 1 - Arqueantrossolo Tâmbico, ebânico, endoêutrico, esquelético, carbonático</b>														
Au	0-10	317,5	0,28	0,28	1,47	9,44	0,19	2,00	2,33	2,65	0,02	0,00	0,19	0,11
Acu1	10-15	347,6	0,40	0,30	1,85	10,31	0,12	1,07	1,99	2,72	0,02	0,00	0,21	0,12
Acu2	15-20/25	329,0	0,18	0,32	1,61	10,97	0,18	2,18	3,47	3,23	0,03	0,00	0,21	0,11
C1	25-35	388,5	0,70	0,31	0,54	11,48	0,12	0,97	1,42	2,56	0,03	0,01	0,27	0,15
C2	35-45	27,56	0,24	0,31	2,11	12,28	0,32	3,99	5,3	2,43	0,02	0,01	0,19	0,10
<b>Perfil 2 - Arqueantrossolo Tâmbico, cinzento, endoêutrico, esquelético, carbonático</b>														
Au	0-10	33,55	0,07	0,34	2,48	10,03	0,27	3,61	2,45	2,69	0,04	0,04	0,41	0,12
C1	10-28	26,34	0,13	0,35	1,88	12,82	0,49	5,90	5,42	3,17	0,05	0,02	0,52	0,09
C2	12-28	38,55	0,08	0,35	1,24	11,28	0,38	4,25	2,85	3,12	0,06	0,01	0,69	0,14
C3	28-35	36,39	0,27	0,30	1,25	7,16	0,25	2,93	2,51	2,75	0,02	0,01	0,22	0,10
C4	35-45	32,86	0,29	0,31	1,67	8,90	0,27	3,37	3,41	2,61	0,03	0,01	0,28	0,10
C5	45-65	51,02	0,59	0,29	2,81	6,14	0,07	0,36	0,70	2,84	0,02	0,00	0,06	0,15
C6	65-75	33,08	0,19	0,30	1,64	8,46	0,21	2,71	2,62	3,42	0,02	0,00	0,28	0,10
C7	75-100	24,93	0,13	0,37	1,84	17,79	0,55	7,12	6,30	3,37	0,03	0,01	0,51	0,09
Ab1	100-110	5,41	0,86	0,36	1,52	46,79	0,94	15,86	4,90	0,99	0,02	0,01	0,15	0,02
Ab2	110-120	5,89	0,64	0,36	1,71	48,09	1,03	15,68	4,53	0,68	0,01	0,01	0,18	0,02
<b>Fogueiras enterradas</b>														
F2	40	45,45	0,44	0,29	1,64	5,70	0,09	0,67	0,82	3,58	0,02	0,00	0,06	0,14
F1	190	42,51	0,83	0,27	2,04	5,28	0,06	0,40	0,74	3,22	0,02	0,00	0,05	0,13
Número de amostras		17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Teor mínimo		5,41	0,07	0,27	0,54	5,28	0,06	0,36	0,70	0,68	0,01	0,00	0,05	0,02
Teor máximo		51,02	0,86	0,37	2,81	48,90	1,03	15,60	6,30	3,58	0,06	0,04	0,69	0,15
Teor médio		31,88	0,37	0,32	1,72	14,29	0,32	4,30	3,04	2,70	0,02	0,00	0,26	0,10
Coeficiente de variação(%)		37,33	70,10	9,70	29,19	89,85	87,30	109,54	56,99	28,93	46,68	123,23	66,90	35,71

Tal como no complexo sortivo, a composição química total por XRF revela a presença majoritária do CaO, com valores quase sempre maiores que 300 g.kg<sup>-1</sup> (Tabela 5.3), exceto para os horizontes Ab1 e Ab2 do P2. Os elevados teores de CaO refletem a constituição carbonática do material de origem antrópica. Os outros elementos mais abundantes, em ordem decrescente, são SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Tabela 2).



## DISCUSSÕES

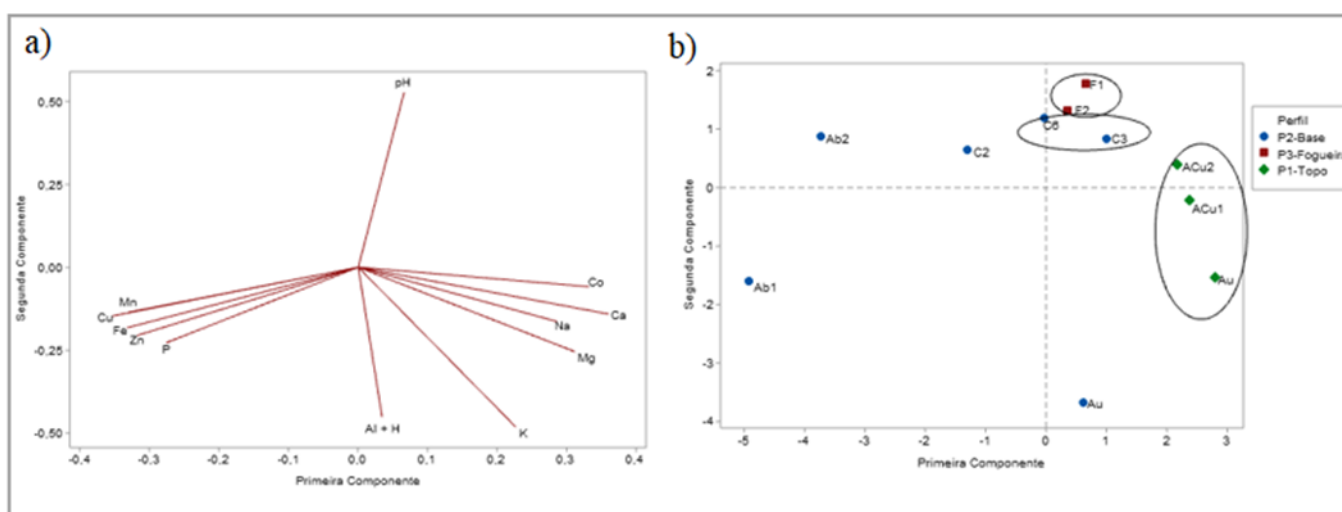
As propriedades químicas expressam que a pedogênese no sambaqui Rio Preto I é influenciada por diferentes fatores e processos. A prevalência da alcalinidade é atribuída ao intemperismo de carbonatos de cálcio, abundantes nos exoesqueletos das conchas (Corrêa et al., 2013), e restos de cinzas e resíduos vegetais e animais (Vasconcelos et al., 2013). O acúmulo de  $K^+$  pode estar relacionado à mineralização de matéria orgânica em fogueiras (Vasconcelos et al., 2013) e pela própria ciclagem da vegetação, pois esse acontece mesmo em posições livres de materiais geogênicos, como micas.

As anomalias de P merecem destaque. O P é considerado elemento-chave na identificação de solos antrópicos e está presente na urina, tecidos orgânicos e restos vegetais (Woods, 1977). Os elevados valores deste elemento em arqueoantrossolos de sambaquis está relacionada à dissolução das apatitas biogênicas formadas pela interação do Ca das conchas e P dos materiais orgânicos depositados (Sah & Mikelsen, 1986). Muito embora os valores de P disponíveis encontrados no sambaqui Rio Preto I sejam muito superiores aos *backgrounds* dos solos desenvolvidos em regiões tropicais, eles são 10 vezes menores que os valores reportados por Corrêa et al. (2013), possivelmente indicando menores níveis de aporte de materiais orgânicos, com peixes, e a ausência dos sepultamentos. Os valores encontrados são próximos àqueles reportados por Silva (2018) em solos de sambaquis amazônicos.

Há uma importante variação dos teores de P em profundidade, igualmente sugerindo movimentação vertical deste elemento nos perfis analisados (Tabela 1). Esse incremento de P em profundidade vem sendo relacionado a três fatores: i) lixiviação ou carreamento de P pela iluviação da matéria orgânica superficial; ii) padrões de ocupação em distintas fases como deposição de lixo doméstico, refúgios primários e secundários, expressos pela irregularidade do acúmulo de matéria orgânica entre as camadas; e iii) pela escassa oferta de compostos ligantes como argila e óxidos de Fe e Al que atuam como proteção física ou química do P, tornando pouco móvel (Corrêa et al., 2013; Vasconcelos et al., 2013).

A análise de componentes principais de algumas propriedades químicas dos solos de sambaquis do sítio Rio Preto I selecionou dois componentes (CP1 e CP2) que juntos explicam 72% do conjunto das variáveis originais do solo. A CP1 explica 50% dos dados e a CP2 explica 22% da variância total dos dados. A CP1 selecionou P, Na, Ca, Mg, COT e micronutrientes e CP2 selecionou as variáveis pH, K e  $H^+Al$  (Figura 3 a).

A PC1 corrobora a influência da composição dos materiais arqueológicos depositados na definição e funcionamento das propriedades dos solos. A disponibilidade de P, Ca, Mg e micronutrientes no complexo de trocas está ligada diretamente à dissolução das conchas e ossos que compõem as arqueofácies. O Na, por outro lado, parece acompanhar a variação dos elementos acima, indicando que seu aporte pode remontar à períodos em que o nível do mar estava mais elevado. Importante ressaltar que o ambiente de formação do sambaqui é interpretado como uma paleolaguna integradas a um sistema de restinga (Lira, 2018).



**Figura 3** - Análise por componentes principais das propriedades químicas dos Arqueoantrossolos de sambaquis do Rio Preto 1: a) Peso dos parâmetros analisados b) Distribuição dos pontos.

A matéria orgânica expressa seu papel através da melanização e está relacionada tanto ao aporte da vegetação, o que ocorre principalmente na superfície, quanto às atividades humanas. A elevação da matéria orgânica na superfície é explicada pela pedogênese, e como destacado, ocorre com maior intensidade no topo do monte. Nesta posição exerce um importante papel na degradação das conchas por ser a principal fonte de acidez, conforme demonstrado pelas duas componentes principais (PC1 e PC2; Figura 3), tornando-se recalcitrante e de difícil degradação pelos microrganismos na medida em que adsorve o Ca proveniente das conchas. Mas também há a matéria orgânica em subsuperfície, onde fica evidente a participação da pirólise relacionada à ocorrência de fogueiras na sua estabilização (Glaser et al., 2001).

Mesmo em proporções bastante inferiores aos teores encontrados em outros solos arqueológicos, como em Terras Pretas (Glaser et al., 2001; Cunha et al., 2009), a matéria orgânica pirogênica nos carvões e cinzas do sambaqui Rio Preto I exerce um importante papel no funcionamento destes solos. São compostos muito estáveis devido à presença de estruturas



aromáticas condensadas, imprescindível para o sequestro de carbono; e apresentam elevada reatividade, decorrente da oxidação parcial de sua estrutura aromática, dando origem a grupos funcionais ácidos e recalcitrantes, principalmente carboxílicos, que contribuem significativamente para o aumento da capacidade de troca catiônica (Cunha et al., 2009).

O agrupamento dos horizontes pelas suas propriedades químicas (Figura 3 b) reitera que P2 possui horizontes organizados de maneira mais dispersa, o que indica maior variabilidade na distribuição vertical de suas propriedades como produto da influência estratigráfica. Ao contrário, os horizontes de P1 são mais bem agrupados, efeito da homogeneização das propriedades conduzidas pela pedogênese. As amostras das fogueiras enterradas foram agrupadas entre si e próximas aos horizontes C3 e C6, respectivamente associados às profundidades em que tais fogueiras foram amostradas. Isso indica o importante papel das fogueiras influenciando as propriedades do entorno, incluindo a dispersão de material na superfície ou mesmo posteriormente, dentro do perfil

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As propriedades pedoquímicas revelam a influência dos materiais arqueológicos na composição do solo, com altos valores de pH, Ca, Mg, K, P e COT no complexo sortivo, e SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e Fe<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, e CuO na composição química total. Os dados pedoquímicos auxiliaram na compreensão das gêneses em Arqueoantrossolos de sambaquis. Ainda, solos de sambaquis carecem de informações pedológicas, sendo necessário a continuidade de pesquisas envolvendo gênese e classificação de solos de sambaquis.

## REFERÊNCIAS

BERTÊ, A. A., SURTEGARAY, D. A. Depósitos tecnogênicos e planejamentos urbanos: o aterro sanitário da zona norte do Porto Alegre – RS/ Brasil. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia, V Encontro Sul Americano de Geomorfologia, Rio Grande do Sul: Universidade Federal do Rio grande do Sul, *Anais*. 1-16, 2004.

CAMPOS, C. R. P. P. Relatório “**Intervenção Arqueológica no Sambaqui do Rio Preto**”, (inédito). 2021.

CORRÊA, G. R.; SCHEFFER, C. E. G. R.; GILKS, R. J. Phosphate location and reaction in an archaeoanthrosol on shell-mound in the Lakes Region, Rio de Janeiro State, Brazil. *Quaternary International*, V. 315, P.16-23, 2013.



COSTA, J. A. et al. Geoquímica das Terras Pretas Amazônicas. In: W. G. TEIXEIRA, D. C. KERN, B. E. MADARI, H. N. LIMA, W. I. WOODS (ed.) **As Terras Pretas de Índio da Amazônia - Sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas**. Manaus, Embrapa Amazônia Ocidental, 162–171. 2009.

CUNHA, T. J. F. et al. Soil organic matter and fertility of anthropogenic dark earths (Terra Preta de Índio) in the Brazilian Amazon basin. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, V. 33, P. 85–93, 2009.

CURSIO, G. R.; LIMA, V. C.; GIAROLA, N. F. B. **Antropossolos: Proposta de Ordem (1ª aproximação)**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2004, 49p.

DENEVAM, W. As origens Agrícolas da Terra Mulatas na Amazônia. In: W. G. TEIXEIRA, D. C. KERN, B. E. MADARI, H. N. LIMA, W. I. WOODS (ed.) **As Terras Pretas de Índio da Amazônia - Sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas**. Manaus, Embrapa Amazônia Ocidental, 82-86, 2009.

DREW, D. Impacto do homem sobre aspectos do ambiente. In: DAVID D. (ed.), **Processos interativos homem-meio ambiente**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2010.

DIAS, M. A. *Antropossolos: Enquadramento Taxonômico e Implicações Ambientais*. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Dissertação de mestrado, 2017, 132p.

DUDAL, R.; NACHTERGAELE, F. O.; PURNELL, M. F. The human factor of soil formation. In: Symposium 18, Transactions 17th World Congress of Soil Science, Bangkok. **Anais**, V: 2, P.93. 2002.

EMBRAPA, 2017. **Manual de métodos de análise de solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro. 2017. 212p.

GLASER, B.; HAUMAIER, L.; GUGGENBERGER, G.; ZECH, W. The “Terra Preta” phenomenon: a model for sustainable agriculture in the humid tropics. **Naturwissenschaften**, V. 88, P. 37–41, 2001.

IUSS WORKING GROUP WRB. **World Reference Base for Soil Resources, update 2015**. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome. 2015, 192p.

KÄMPF, N.; KERN, D. C. O Solo como Registro da Ocupação Humana Pré-histórica na Amazônia. In: P. Vidal–Torrado, L. R. F. Alleoni, M. Cooper, A. P. Silva, E. J. Cardoso (Org.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, 2015, p. 277-320.

Kämpf, N. et al. Classification of Amazonian Dark Earths and other ancient antropoc soils. In: J. Lehmann, D. C. Kern, B. Glaser, W. I. Woods (Org.) **Amazonia Dark earths. Origin, 45 properties and management**. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 2003, p. 77-102.

KERN, D. C. Análise e interpretação dos solos e/ou sedimentos nas pesquisas arqueológicas. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnografia**, V. 8, P. 21-35, 2009.



Ladeira, A. C. et al. Caracterização física e química de arqueossolos de sambaquis no litoral do Espírito Santo. In: Simp. Bra. de Geografia aplicada, Fortaleza, *Anais*, 1-12. 2019.

LEHMANN, J.; KERN, D. C.; GLASER, B.; WOODS, W. I. **Amazonia Dark earths. Origin, properties and management.** Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 2003, 505p.

LIMA, H. N. et al. Pedogenesis and pre-Colombian land use of “Terra Preta Anthrosol” (“Indian Black earth”) of Western Amazonia. *Geoderma*, V. 100, P. 1-17, 2002.

LIRA, F. O. DE. **Por uma História das Conchas – paisagens e sambaquis nas Planícies do Itabapoana.** Universidade Federal De Viçosa, Viçosa-MG. Dissertação de Mestrado, 2018, 199p.

PEDRON, F. A. et al. Solos Urbanos. *Revista Ciência Rural*, V. 34, P. 1647-1653, 2004.

PELOGGIA, A. U. G. A ação do homem enquanto ponto fundamental da Geologia do Tecnógeno: proposição teórica básica e discussão acerca do caso do Município de São Paulo. *Revista Brasileira de Geociências*, V. 27, P. 257-268, 1997.

PROUS, André. Arqueologia Brasileira. In: **A culturas do litoral centro e Sul Brasileiro (1ª parte).** Brasília: Editora UNB, 1992. Cap. 8, p. 199-265.

REETZ, F. H.; LOPES, A. S. **Solos fatos e conceitos.** ANDA, São Paulo. 2017.

SAH, R. N.; MIKKELSEN, D. S. Transformations of inorganic phosphorus during the flooding and draining cycles of soil. *Soil Science America Journal*, V. 50, P. 62-67, 1986.

SANTOS, R. D. et al. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**, 7 ed. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, Viçosa, 2015, 101p.

SCHMIDT, M. J. A. Formação da Terra Preta: análise de sedimentos e solos no contexto arqueológico. In: M. P. Magalhães (ed.). **Amazônia Antropogênica**, Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2016, 429p.

SILVA, A, F. C. da. **Caracterização morfológica, física e química de terra preta arqueológica e sambaqui associados na Amazônia.** Dissertação de mestrado - Universidade Federal Rural do Amazônia, Belém, 2018, 76p.

SOMBROEK W. ET AL. Terras Preta e Terra Mulata: suas potencialidades agrícolas, sua sustentabilidade e suas reprodução. In: W. G. TEIXEIRA, D. C. KERN, B. E. MADARI, H. N. LIMA, W. I. WOODS (ed.) **As Terras Pretas de Índio da Amazônia - Sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas.** Manaus, Embrapa Amazônia Ocidental, 251-257. 2009.

SOUSA, D. V. et al. Pedoarqueologia em abrigo quartizítico, Sítio Bibocas II, Jequitáí, ocupação humana no holoceno inicial na bacia do São Francisco. *Teoria e Sociedade*, V. 23, P. 167-197. 2015.





XIV ENCONTRO NACIONAL DE  
PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM

**GEOGRAFIA**

5ª EDIÇÃO ONLINE

10 À 15 DE OUTUBRO DE 2021

ISSN: 2175-8875

Vasconcelos, B. N. F. et al. Antropossolos em sítios arqueológicos de ambiente cárstico no Norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, V. 37. P. 986-996, 2013.  
WOODS, W. **Os solos e as Ciências Humanas: Interpretação do Passado, Antiguidades Americanas**, 1977, p.248-252.