

Caracterização do pH do solo no sítio arqueológico Templo dos Pilares (MS): algumas análises

*Cássia Patrícia Seccatto*¹

*Rozanna Marques Muzzi*²

*Rodrigo Luiz Simas de Aguiar*³

*Edith Palacio*⁴

Universidade Federal da Grande Dourados

*Heitor Correa Lopes*⁵

Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural (MS)

Resumo: O presente artigo apresenta os resultados das análises de pH de amostras de solo coletadas no sítio arqueológico 'Templo dos Pilares' no município de Alcinoópolis, norte do estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. Entre os objetivos estavam identificar que fatores foram potencialmente responsáveis pelos diferentes valores de pH, encontrados através dos níveis escavados, que variaram de acordo com a profundidade dos estratos arqueológicos. Verificou-se, também, que uma das quadriculas teve comportamento diferente para os valores do pH que pode ser resultante da presença de restos humanos.

Palavras-chave: arqueologia pré-histórica; solos; pH; contexto arqueológico.

¹ Graduada em Física-Licenciatura pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental (PPGCTA/UFGD).

² Possui graduação em Química pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (1989), mestrado e doutorado em Química Orgânica pela Universidade de São Paulo (1993 e 1997). Atualmente é professora adjunta da Universidade Federal da Grande Dourados, atuando no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia.

³ Bacharel e Licenciado em História pela Universidade Federal de Santa Catarina (1997) e Doutor em Antropologia pela Universidade de Salamanca (Espanha, 2003). Hoje é professor associado da Universidade Federal da Grande Dourados, onde coordena o Laboratório de Arqueologia.

⁴ Possui graduação em Ciências Sociais pela Faculdade de Ciências Humanas (FCH), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD, 2020). Mestre pelo programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde da UFGD, na Área de Doenças Infecciosas e Parasitárias. Integrante do Laboratório de Arqueologia da UFGD.

⁵ Possui graduação em Medicina Veterinária (1986) e mestrado em Ciência Animal (2009) pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Gestor de desenvolvimento rural na Agraer-MS.

Soil pH characterization from Templo dos Pilares archaeological site (MS): some analysis

Abstract: This paper brings the results of pH analysis from samples collected in the archaeological site Templo dos Pilares, situated in the city of Alcinópolis, northern of Mato Grosso do Sul, Brazil. One of the main goals was to identify factor potentially responsible for the different values of pH found among archaeological levels that vary over the deep. We also verify that in one of the grids the pH values shown a different behavior possibly because the presence of human remains.

Keywords: prehistoric archaeology; soils; pH; archaeological context.

Caracterización del pH del suelo en el sitio arqueológico Templo dos Pilares (MS): algunos análisis

Resumen: Este artículo presenta los resultados del análisis de pH de muestras de suelo recolectadas en el sitio arqueológico 'Templo dos Pilares' en el municipio de Alcinópolis, al norte del estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. Entre los objetivos estuvo identificar qué factores eran potencialmente responsables de los diferentes valores de pH, encontrados a través de los niveles excavados, los cuales variaron según la profundidad de los estratos arqueológicos. También se verificó que uno de los cuadrados tuvo un comportamiento diferente para los valores de pH, lo que puede ser el resultado de la presencia de restos humanos.

Palabras clave: arqueología prehistórica; suelos; pH; contexto arqueológico.

A espécie humana é essencialmente social e constrói experiências imersa em uma determinada cultura criando, desta forma, significados para tudo o que está à sua volta. O espaço em que vive torna-se constituinte da sua história. A arqueologia, em suas muitas vertentes, é um campo de estudo que contribui para o conhecimento das atividades que fizeram parte do passado humano e essas informações, muitas vezes, influenciam nossa percepção de espaço e tempo, nossa visão de mundo pretérito e a forma de sintetizar o conhecimento atual.

Diante do entendimento da importância que os estudos arqueológicos têm para a compreensão sobre o passado da humanidade, convém salientarmos que os estudos de solos provenientes dos sítios arqueológicos tornam-se cada vez mais importantes para a arqueologia, pois é através deles que podemos formar outras interpretações a respeito do modo de vida das populações pré-históricas e compreender como os seres humanos realizavam as suas atividades e construíam seus espaços geográficos em tempos remotos (VASCONCELOS *et al.*, 2013).

Assim sendo, os solos arqueológicos apresentam características físicas e químicas diversas, que são resultantes dos diversos usos no decorrer do tempo, o que os tornam relevantes fontes históricas que podem ser exploradas e estudadas. Os estudos arqueológicos de solo englobam o pH como um aspecto de suma importância para a distinção de diferentes níveis de ocupação, pois através dele podemos diferenciar as zonas sedimentares no decorrer do tempo e auxiliar na identificação de artefatos deixados no solo por povos pretéritos (VASCONCELOS *et al.*, 2013).

Os componentes orgânicos e minerais presentes nos solos arqueológicos podem alterar algumas características morfológicas como a cor mais escura em camadas de maior profundidade, podendo estar relacionadas aos processos ocorridos ao longo do tempo devido à forma de ocupação antrópica no local, essas alterações químicas e morfológicas podem elevar o pH do solo devido a presença de diferentes minerais como carbono (C), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), zinco (Zn), estrôncio (Sr) e bário (Ba), (TEIXEIRA e LIMA, 2016). Contudo, os fatores climáticos e geológicos também precisam ser levados em consideração. Os solos dos campos de cerrado do Centro-Oeste normalmente apresentam bastante acidez, o que dificulta a preservação de vestígios orgânicos nos sítios arqueológicos.

Além da presença dos elementos químicos, os diferentes usos do espaço também podem interferir de forma significativa nos valores do pH, seja pelo aquecimento provocado por fogueiras, construção de fornos ou pela produção de materiais cerâmicos. O resultado é um solo mais ou menos ácido.

A acidez do solo pode ser advinda de muitos fatores, como o aumento na concentração de CO₂ proveniente da decomposição de matéria orgânica, ou pela ausência de quantidades adequadas de alguns elementos como: cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K), tendo como resultado a presença de íons hidrogênio (H⁺). Em outras palavras, acidez elevada significa baixa concentração de bases trocáveis, sendo assim, os solos se tornam mais ácidos quando elementos básicos são substituídos por íons H⁺ (SANTOS *et al.*, 2015).

Os valores de pH de solo, abaixo de 4,5 (baixo) podem ser derivados da presença de alguns elementos como Ferro (Fe), Alumínio (Al) e Manganês (Mn).

Esses elementos quando estão dispostos em grandes proporções podem tornar o solo tóxico e até mesmo prejudicar no crescimento e desenvolvimento de algumas plantas (BRANDÃO e LIMA, 2002).

Outro fator relevante que também pode elevar o pH é a presença de carvão arqueológico. Esses vestígios de carvão são produtos dos costumes das populações pré-históricas que viviam na região, basicamente restos de fogueiras utilizadas para cozimento de alimentos, combustível e, até mesmo, crematórios. Notadamente, a presença de carvão e cinzas pode elevar os valores do pH, diminuindo assim a acidez do solo (TEIXEIRA e LIMA, 2016).

Em nossos estudos sobre o solo analisado análises espectroscópicas indicaram a presença de substâncias aromáticas e presença de hidroxila na amostra (SECATTO, 2021). Tais substâncias podem ser ácidos orgânicos aromáticos ou outras substâncias húmicas presentes no solo (BALDOTTO, 2014).

Mato Grosso do Sul possui importantes sítios arqueológicos de arte rupestre, sendo que um terço dos grafismos pré-históricos sul-mato-grossenses está localizado dentro do território de Alcinoópolis, que é um município localizado na região norte do estado e que conta com aproximadamente 2 mil habitantes. Dentre esses sítios arqueológicos destacamos o Templo dos Pilares, o qual está registrado no Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) sob a sigla MSAL-01. O sítio é formado por um abrigo de grande dimensão, com o teto sustentado sobre enormes colunas naturais e paredes que ostentam a maior concentração de pinturas e gravuras de todos os sítios do estado (SOUZA e AGUIAR, 2017).

As escavações arqueológicas realizadas no sítio Templo dos Pilares revelaram datações entre dez e oito mil anos A.P.⁶ para os níveis mais profundos; depois de um hiato, nova ocupação humana aparece na casa dos três mil anos A.P. (SOUZA e AGUIAR, 2017), mostrando que o espaço teve diferentes usos por distintos povos. Cabe ressaltar que estes solos se originaram das atividades humanas durante a época pré-histórica e podem ter passado por diversas modificações biológicas, químicas e físicas.

O passado arqueológico do estado de Mato Grosso do Sul é caracterizado por diferentes ocupações humanas ao longo do tempo. Os primeiros povoadores seriam caçadores e coletores que, entre 12 e 10 mil anos atrás estabeleceram assentamentos por diversas áreas do Centro-Oeste Brasileiro. Em Mato Grosso do Sul, o sítio mais antigo data entre 12 mil (MARTINS e KASHIMOTO, 2012) e 10 mil A.P. (VERONEZE, 1992; SCHMITZ, 2005). Nesse período o clima era diferente do atual, ainda sofrendo as transformações da transição entre Pleistoceno e Holoceno. Estes povos caçadores e coletores, apesar de não produzirem cerâmicas ou praticarem a agricultura, eram detentores de uma indústria lítica formada por raspadores e lâminas de dorso, sendo o raspador plano-convexo um marcador tecnológico importante, presente em muitos sítios daquele período (SOUZA, 2016). A estabilização decorrente do ótimo climático vai marcar uma ocupação menos frequente pelos campos de cerrado por povos que podemos chamar de caçadores e coletores tardios. Alguns destes podem, inclusive, serem os ancestrais dos primeiros ceramistas não agricultores dos cerrados, os Jê pré-históricos (WÜST, 1990; AGUIAR, 2017; AGUIAR *et al.*, 2019). Estes povos foram sucedidos por ceramistas agricultores, tanto da tradição Aratu, como da Tupiguarani, a partir de 1.400 A.P. (KASHIMOTO e MARTINS, 2008) até o período do contato colonial. Este breve contexto arqueológico se refere às

⁶ Antes do presente.

vastas áreas dos campos de cerrado do Brasil Central, em que o sítio em análise está inserido, mas não se aplica para outras regiões, como a do Pantanal.

Considerando tal contexto, no presente trabalho relatamos as análises de pH das amostras de solo coletadas no sítio arqueológico “Templo dos Pilares”, cujos resultados auxiliam na caracterização do solo submetido à escavação arqueológica, através dos principais fatores responsáveis pela variação de pH encontrados. Este tipo de estudo permite contribuir com a arqueologia na reconstrução e compreensão das atividades humanas pretéritas desenvolvidas naquele espaço.

Por meio do estudo e análise do pH e das características químicas do solo arqueológico do sítio Templo dos Pilares, espera-se também compreender tempos diversos e costumes distintos dos povos que habitaram a região em períodos muito remotos, seja na ocupação caçadora e coletora de dez mil anos ou na de ceramistas que viveram na região por volta de três mil anos atrás.

Nossa hipótese é a de que o solo oriundo das escavações arqueológicas pode revelar as diferentes formas de uso do espaço por povos pretéritos, especialmente se considerarmos seus modos de produção: se caçadores e coletores ou ceramistas agricultores. Essas mudanças socioculturais, ao longo do tempo, geram alterações na composição física e química do solo.

Diante do exposto, entendemos que muitos fatores podem influenciar nos resultados do pH de solo arqueológico, tais como sua composição química, a região no qual ele está inserido, o manejo e a presença de elementos específicos, como metais, ácidos, bases, sais, concentrações de matéria orgânica e inorgânica.

Material e métodos

As amostras de solos foram coletadas no sítio arqueológico Templo dos Pilares, localizado no município de Alcinópolis, cuja localização geral se dá nas coordenadas UTM 0216766/7991262. Em relação às áreas escavadas em 2018, foram consideradas para esse estudo as quadriculas N8, N9, M8 e M9. Para tanto, foram medidos o pH das amostras de solo coletadas em todos os níveis escavados dessas quadriculas.

As amostras utilizadas foram retiradas durante as prospecções realizadas no sítio arqueológico em outubro de 2018, guardadas em sacos plásticos fechados, armazenados em local sem incidência de luz e umidade, sendo então, submetidas às análises. As escavações seguiram o modelo de progressão em níveis artificiais, de 10 em 10 cm, com áreas delimitadas por quadriculas, cada qual com um metro quadrado. Nosso estudo centrou-se nas quadriculas N8, N9, M8 e M9, situadas junto aos pés das colunas, conforme indicado na figura 1. Nessas quadriculas era nítida a variação da cor do solo em diferentes níveis.



Figura 1: Imagens da área prospectada em 2018, indicando as quadrículas de onde foram retiradas as amostras de solo, relativamente às colunas 1 e 2 (A) e vistas de cima (B). Sítio Arqueológico Templo dos Pilares, Alcínópolis (MS)

Foram realizadas análises de pH em solução padrão de CaCl_2 , através do potenciostato por meio do eletrodo combinado HI 3221 pH/ORP/ISE Meter, ajustado com o agitador magnético IKA color squid white.

Como procedimento geral, foram colocados 10 mL de solo em um béquer de 100 mL, e adicionados 25 mL de CaCl_2 0,01 M. Essa mistura foi homogeneizada manualmente com bastão de vidro e permaneceu em repouso por 30 minutos. Em seguida, a suspensão do solo em CaCl_2 foi filtrada com papel de filtro em um béquer de 50 mL, de forma que o eletrodo do equipamento ficou imerso no sobrenadante e isento de partículas de solo. Foi, então, efetuada a leitura do pH da solução, sob agitação de 1800 rpm.

As análises foram realizadas em triplicatas para todas as amostras de solos coletados e efetuadas conforme metodologia descrita em Embrapa (1997).

Resultados e discussão

Através dos resultados das análises de pH, pode-se observar que os valores variaram de acordo com a profundidade das camadas de solo. Verificou-se também que as quadrículas tiveram comportamentos diferentes para os valores do pH, como demonstrado nos gráficos da figura 2.

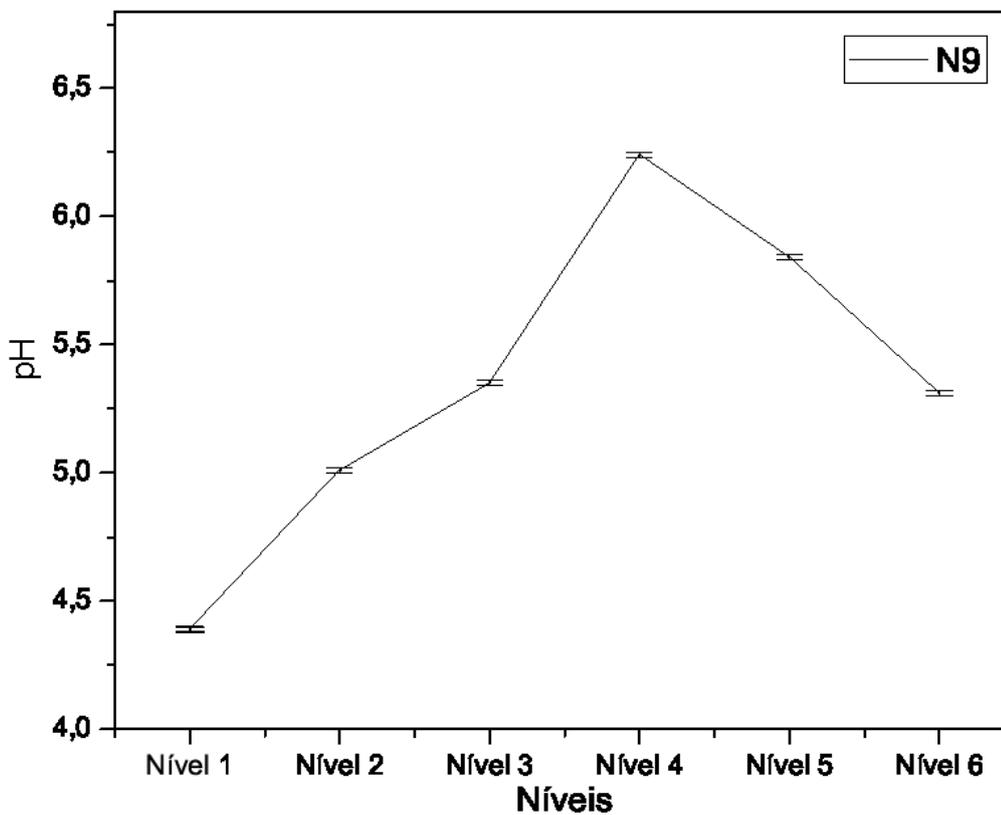
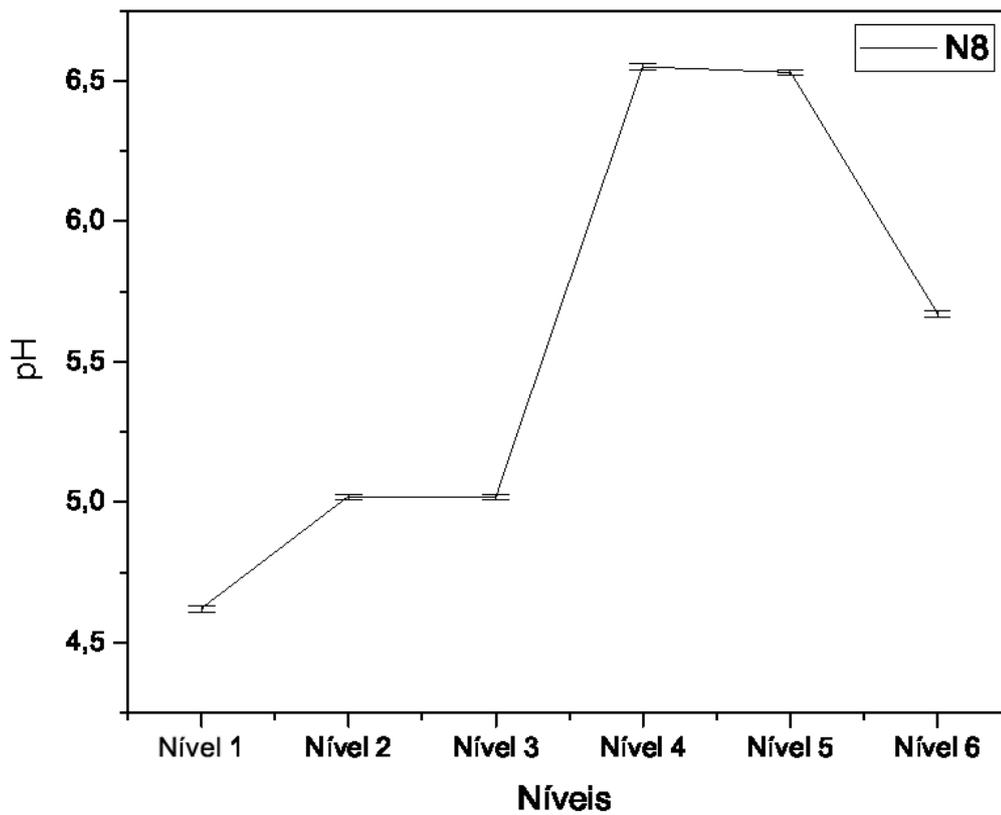


Figura 2: Valores de pH determinados para as amostras de solo coletadas nas quadriculas N8 e N9 do sítio arqueológico Templo dos Pilares- Alcinoópolis, MS. Área prospectada em 2018.

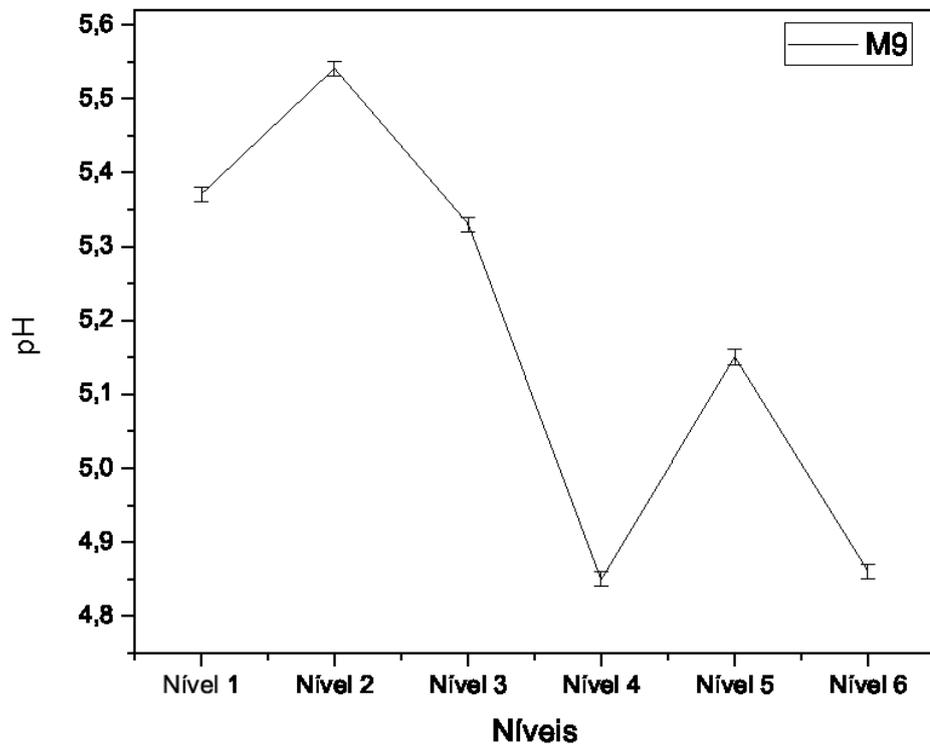
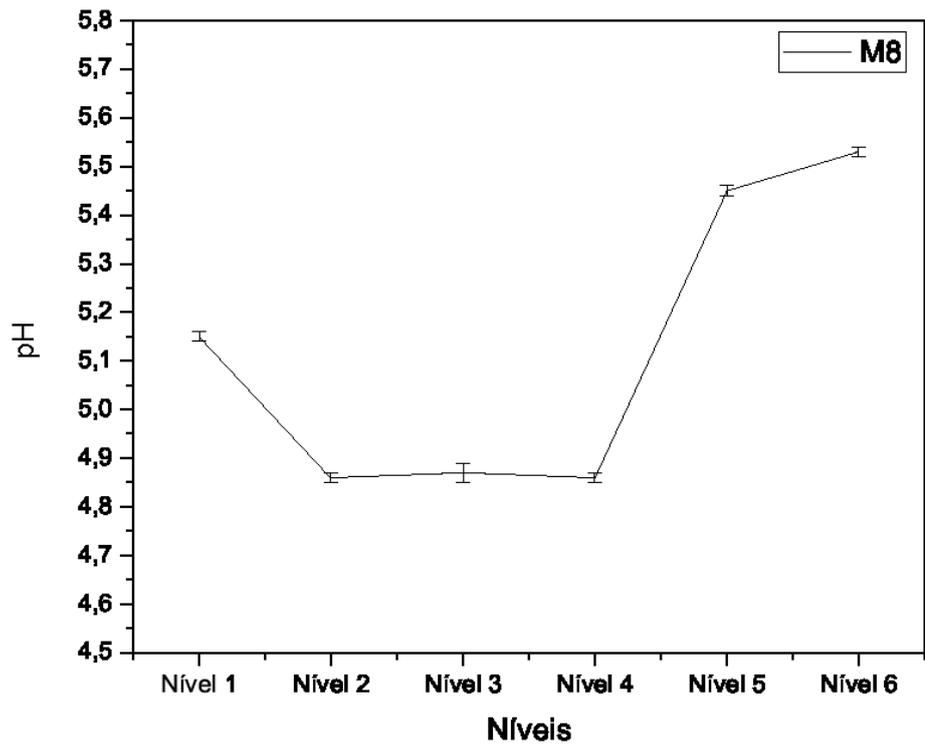


Figura 3: Valores de pH determinados para as amostras de solo coletadas nas quadriculas M8 e M9 do sítio arqueológico Templo dos Pilares- Alcinópolis, MS. Área prospectada em 2018.

Os resultados evidenciaram que nos primeiros dez centímetros correspondentes ao primeiro nível de escavação das quadriculas N8 e N9, os valores do pH variaram próximos de 4,3 e 4,6, o que caracteriza uma faixa de acidez eleva-

da para o solo. Os resultados obtidos nesse nível foram os mais baixos valores de pH das quadrículas N, ou seja, é o nível de maior acidez dessas quadrículas. Esses resultados obtidos para o pH nas camadas superficiais podem ser derivados de depósitos de resíduos e de restos de matéria orgânica ou inorgânica, bem como acúmulo de líquidos superficiais trazidos pelas águas das chuvas (SANTOS *et al.*, 2015).

Observou-se também (figura 2) que, nas quadriculas N8 e N9 os valores do pH aumentaram conforme a profundidade, estando mais elevados entre os níveis 4 e 5 com valores variando nas faixas de 6,2 e 6,5, ou seja, apresentaram menor acidez nesses níveis. Esta elevação nos valores de pH, pode estar relacionada à maior presença de materiais arqueológicos. Notadamente, a quantidade de cinzas e carvões eram maiores nestes níveis. Isso vem de encontro às afirmações de Santos *et al.* (2015) de que a presença de carvão arqueológico no solo pode elevar significativamente os valores do pH.

Os gráficos da Figura 2 também mostram que os resultados de pH das quadriculas M8 e M9, expressaram um comportamento diferente das quadrículas N, com valores menores de pH, indicando um solo mais ácido nos níveis mais intermediários (3 a 5). A quadricula M9 apresentou menores valores de pH no nível 4, na faixa de 4,8, ao contrário dos encontrados para as quadrículas N8 e N9, nos mesmos níveis. Esta acidez pode estar associada ao aumento da concentração de CO₂, derivado da decomposição de matéria orgânica presente neste solo ou, até mesmo, da respiração de microrganismos, condições que corroboram fortemente com o aumento da acidez do solo (SANTOS *et al.*, 2015). A quadricula M8 seguiu o padrão de variação de pH da quadricula M9, cujos menores valores de pH foram encontrados entre os níveis 2 e 4. Entretanto, esses valores tiveram expressivo aumento relativo em camadas mais profundas. Cabe frisar que foi justamente na quadricula M8, a 60 cm de profundidade (nível 6), que foram descobertos dois fragmentos de calota craniana cujas marcas e estado físico sugerem prática de canibalismo (AGUIAR *et al.*, 2020).

Por meio do gráfico apresentado na figura 3, temos uma melhor comparação entre as amostras analisadas. Nas quadriculas N8 e N9 obteve-se um pico de pH, mais elevado no nível 4, indicando pH menos ácido e nas regiões mais superficiais os valores de pH entre 4,4 a 4,6, indicando elevação da acidez. Já nas quadriculas M8 e M9 verifica-se que o pH no nível 4 apresentou uma faixa de 4,8 o que demonstra uma acidez mais elevada do que nos níveis superficiais.

Durante as análises observou-se, também, que as amostras tinham aspectos físicos diferentes entre os distintos níveis de escavação. As amostras dos níveis superficiais tinham aspecto de um solo mais solto e com coloração mais clara do que os níveis de maior profundidade, que por sua vez tinham aspecto de um solo húmico e de coloração escura. Isso ocorre porque os sedimentos mais superficiais são depositados pelo processo erosivo das paredes de arenito do abrigo e estão sujeitos a vários agentes contemporâneos de perturbações. Na medida em que se acessa os níveis inferiores há maior concentração de material arqueológico. A partir do nível 3 os elementos contaminantes, ou seja, de perturbação do conteúdo arqueológico, são mais raros.

Considerando que as amostras de solo coletadas no sítio arqueológico no decorrer das escavações podem ter sido derivadas de supostas áreas utilizadas na prática da vida social, como celebrações de rituais, produção de artefatos e queima de grandes fogueiras, com imensas concentrações de carvões, acreditamos que os valores obtidos para o pH, podem estar diretamente relacionados as substâncias presentes no solo em decorrência destas práticas. De todas as for-

mas, a característica física dos solos de Mato Grosso do Sul, que naturalmente apresentam elevada acidez, impede que mais interpretações sejam feitas sobre a variação nos valores de pH.

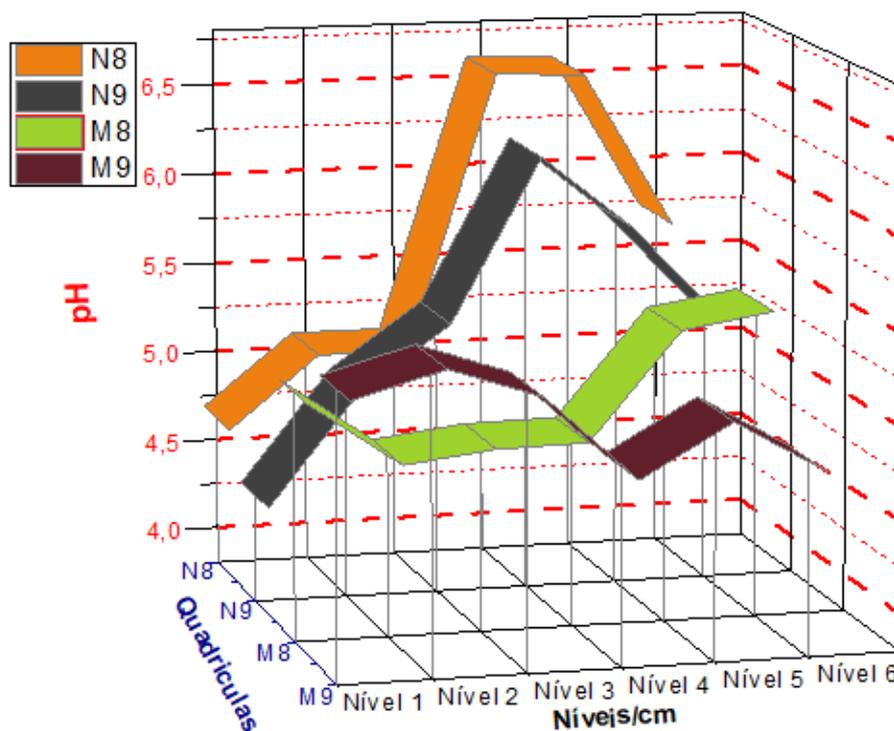


Figura 4: Comparação entre os valores de pH determinados para as amostras de solo coletadas nas quadrículas N8, N9, M8 e M9 do sítio arqueológico Templo dos Pilares- Alcínópolis, MS. Área prospectada em 2018.

Conclusão

Apesar da acidez natural dos solos de Mato Grosso do Sul, os resultados sugerem que o solo do sítio arqueológico, em geral, tende a apresentar maior acidez nos níveis mais superficiais, o que se notou em outras quadrículas, inclusive nas que estavam fora deste estudo (como nas quadrículas O, por exemplo). O pH dos níveis superficiais situa-se entre a faixa de 4,0 a 5,5. A maior acidez nos níveis superficiais nas quadrículas N, bem como em outras quadrículas do sítio (como as da linha O) pode ter sido ocasionada por perturbações recentes, considerando que o solo nos níveis 1 e 2 (ou seja, até 20 cm de profundidade) apresenta-se mais solto e de coloração mais clara, resultado direto da erosão das paredes de arenito, o que facilitaria a perturbação por agentes atuais, como o trânsito de visitantes e de animais.

Na quadrícula M9, o pH diminuiu conforme a profundidade, e no nível 4 apresentou uma faixa de 4,8, ou seja, de elevada acidez relativa. Neste caso, o aumento da acidez pode estar relacionado à presença de restos humanos potencialmente ligados à prática de canibalismo, registrados precisamente a 60 cm de profundidade.

Através das análises realizadas podemos perceber que o estudo do pH de solo arqueológico forneceu informações relevantes dos elementos presentes na composição do solo, os quais estão potencialmente ligados aos usos sociais dos

espaços do sítio arqueológico. Onde houve mais concentrações de fogueiras, o pH se elevou.

Esta publicação pretende, a partir de seus resultados, abrir caminho para discutir o uso da arqueoquímica e dos estudos do solo como fonte de informação arqueológica, especialmente no Estado de Mato Grosso do Sul, onde este tipo de metodologia é ainda pouco aproveitada.

Recebido em 11 de outubro de 2021.

Aprovado em 13 de junho de 2022.

Referências

AGUIAR, Rodrigo Luiz Simas de; LANDA, Beatriz dos Santos; GOETTERT, Jones Dari. Reflexões sobre as relações entre a arte rupestre de Alcínópolis, o contexto regional de pinturas e gravuras e a mobilidade de povos caçadores e coletores em Mato Grosso do Sul. *Revista Nanduty*, 4 (4): 64-73, 2016.

BRANDÃO, Sélis Luiz; LIMA Samuel do Carmo. pH e condutividade elétrica em solução do solo, em áreas de pinus e cerrado na Chapada, em Uberlândia (MG). *Rev. Caminhos de Geografia*, 3 (6), 2002.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). *Manual de métodos de análise de solo*. Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro, 1997.

SANTOS, Daniel Silva do Carmo; SILVA, SANTOS; Raissa Rafaella Silva; RODRIGUES, Pablo Leal; COSTA, Clark Alberto Souza; SCHMIDT, Morgan J (2015). pH de solos antrópicos na caracterização de sítios arqueológicos do trópico úmido. *Anais 4º Simpósio Estudos e Pesquisas em Ciências Ambientais na Amazônia*. Belém, 2015.

SECCATTO, Cássia Patrícia; NÓBREGA, Jaldair Araújo; MUZZI, Rozanna Marques; AGUIAR, Rodrigo Luiz Simas de. Aplicação da espectroscopia FT-IR e Raman para caracterização de solo obtido em escavação no sítio arqueológico Templo dos Pilares, Mato Grosso do Sul. *Clio Arqueológica*, 36(1): 128-140, 2021.

SOUZA, João Carlos de; AGUIAR, Rodrigo Luiz Simas de. A escavação no sítio arqueológico templo dos pilares e sua relação com a ocupação humana e a produção de arte rupestre em Mato Grosso do Sul. *Clio Arqueológica*, 32 (2): 118-138, 2017.

TEIXEIRA, Wenceslau Geraldes; LIMA, Ricardo Arcanjo. O solo modificado pelo homem (solo antrópico) como artefato arqueológico. *Anais IV Seminário de Preservação Arqueológico*, Rio de Janeiro, 2016.

VASCONCELOS, Bruno Nery Fernandes; KER, João Carlos; SCHAEFER, Carlos Ernesto Gonçalves Reynaud; POIRIER, André Pierre Prous; POIRIER, Felipe Vaz Andrade. Antropossolos em sítios arqueológicos de ambiente cárstico no norte de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 37 (4): 2013.