

DETERMINAÇÃO DE pH EM SEDIMENTOS ASSOCIADOS AOS REMANESCENTES HUMANOS DO SEPULTAMENTO 2, SÍTIO PEDRA DO CACHORRO (PITITI), BUÍQUE – PE, BRASIL

Neuvânia Curty Guetti¹

Ana Solari²

Sérgio Francisco Serafim Monteiro da Silva³

Resumo: O solo é um componente muito específico da biosfera, além de ser um depósito geoquímico e o estudo do comportamento diferenciado de sua acidez/alcalinidade pode contribuir para o estabelecimento de relações entre a dinâmica do solo e a preservação de remanescentes humanos na arqueologia. A medida de pH em sedimentos arqueológicos propicia a caracterização da matriz na qual os vestígios arqueológicos estão inseridos. Por outro lado, auxilia no gerenciamento de novas análises físicas e químicas dos mesmos, conforme o potencial de conservação ou destruição de tecidos de natureza orgânica, como madeira e ossos, em decorrência das oscilações do pH. A análise e interpretação de superfícies com erosão química nas faces linguais de dentes anteriores em um indivíduo infantil do sítio Pedra do Cachorro, em Buíque, PE, possivelmente associada a perimólise de causas ainda desconhecidas e a formação de cristais nos ossos da face necessitam do cálculo do pH da matriz de solo diretamente associada aos remanescentes humanos. Neste artigo, foi explanada a técnica de escolha, preparação e determinação do pH a partir de duas amostras de solo associadas aos ossos humanos. **Palavras-chaves:** Conservação e restauro arqueológico; pH; remanescentes humanos; Arqueometria; Tafonomia..

Abstract: Soil is a very specific component of the biosphere, in addition to being a geochemical deposit and the study of the different behavior of its acidity / alkalinity can contribute to the establishment of relationships between soil dynamics and the preservation of human remains in archeology. The measurement of pH in archaeological sediments provides the characterization of the matrix in which the archaeological remains are inserted. On the other hand, it assists in the management of new physical and chemical analyzes of them, according to the potential for conservation or destruction of tissues of an organic nature, such as wood and bones, due to pH fluctuations. The analysis and interpretation of surfaces with chemical erosion on the lingual faces of anterior teeth in an infantile individual from the Pedra do Cachorro site, in Buíque, Pernambuco, possibly associated with perimolysis of causes still unknown and the formation of crystals in the bones of the face require calculation the pH of the soil matrix directly associated with human remnants. In this article, the technique of choosing, preparing and

¹ Departamento de Arqueologia da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. E-mail curty.quimicarqueologica@gmail.com.

²Pós-doutoranda Capes / Inapas. E-mail anasolari74@gmail.com

³Departamento de Arqueologia da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE.; E-mail sergio.serafim@ufpe.br

determining the pH from two soil samples associated with human bones was explained. **Keywords:** Archaeological conservation and restoration; pH; human skeletal remains; Archaeometry; Taphonomy.

Contexto da Pesquisa

O sítio Pedra do Cachorro (Pititi), afloramento arenítico com sinais da presença humana na sua parte abrigada está localizado na UTM 24L 692959E – 9051647N (WGS-84), no município de Buíque, dentro do Parque Nacional do Catimbau, junto a reserva dos Kapinawá, interior de Pernambuco, Brasil. Foi escavado sistematicamente a partir de uma doação feita pelo Iphan-PE de ossos de um indivíduo adulto, com marcas de quebras, cortes e esmagamentos. Os resultados das escavações e análises subsequentes dos vestígios foram publicadas em Solari et al (2015), Solari et al (2016), Solari e Silva (2017) e Solari et al (2018).

Foram localizados, dispostos em sedimento arenoso e entre grandes manchas de fogueiras, 3 inumações e remanescentes esparsos queimados de crânio e dentes. O sepultamento 1, com esqueleto de adulto masculino, em amostra de colágeno de osso (amostra Beta-424624), foi datado em 760 ± 30 BP; o sepultamento 2, de indivíduo infantil, foi datado com colágeno ósseo em 1470 ± 30 BP (amostra Beta-424625). No mesmo sepultamento, uma amostra de material vegetal queimado associado ao esqueleto apresentou datação de 2070 ± 30 BP (amostra Beta-424625, charred material); e o sepultamento 3, de adulto jovem, foi datado em 3560 ± 30 BP (amostra de colágeno ósseo, Beta – 447239). Os remanescentes esparsos queimados, de indivíduo adulto, não foram datados. A dispersão e número reduzido de inumações, podem ser indicadores de práticas funerárias esporádicas e associadas a movimentos sazonais dos grupos humanos que habitaram a região de Buíque entre 700 e 3500 anos, aproximadamente.

Na região Nordeste, especificamente no estado de Pernambuco, são conhecidos sítios com datações próximas a 1000 BP, como o sítio Pedra do Tubarão, escavado por Luft (1990). Na região do Brejo da Madre de Deus, o sítio Furna do Estrago foi escavado nos anos 1980-1990 e alcançou datas entre 11000 anos BP e 2000 BP (Rocha, Serra-Freire, 2011 apud Castro Rocha et al, 2019). O sítio Pedra do Cachorro, com nome Kapinauá de Pedra do Pititi, foi datado entre cerca de 700 a 3500 BP. Todos eles estão situados em meia encosta e caracterizam-se pela presença de deposições funerárias, tanto esporádicas, indicando momentos sazonais de inumações de corpos (Pedra do Cachorro/Pititi), como intensa concentração de deposições

(Furna do Estrago) ou de deposições relacionadas ao processamento reutivo de corpos (com queima, quebras e esmagamentos), como no Pedra do Tubarão.

O solo pode ser definido como uma mistura de materiais inorgânicos e orgânicos, formados a partir de uma série de processos operantes na superfície terrestre que ocasionam a decomposição de rochas e minerais primários, frente a ação de agentes atmosféricos, físicos, químicos, biológicos e antrópicos. Desta forma, o estado de conservação e de preservação dos vestígios está associado às características físicas e químicas do substrato arqueológico, assim como aos fatores culturais que resultaram na erosão dos sítios pela ação de retiradas de sedimento, uso do solo para plantio e criação de gado, suínos e caprinos e como áreas de passagem de veículos e o turismo. Os dentes humanos encontrados neste contexto são vestígios importantes para a identificação de práticas culturais e doenças, anomalias e traumas ocorridos durante o contexto de vida dos grupos humanos que habitaram o atual Parque Nacional do Catimbau, no município de Buíque, em Pernambuco.

Neste artigo, foram apresentadas as técnicas básicas de obtenção de amostras e cálculo do pH relativos ao substrato arqueológico do sepultamento 2 do sítio Pedra do Cachorro. Essa análise foi realizada no Laboratório de Conservação e Restauro (Lacor) do Departamento de Arqueologia, Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Pernambuco em 2017.

Outras mensurações de pH com uso de *phâmetro* portátil, ainda não publicadas, foram feitas durante as escavações arqueológicas no sítio Pilar, no Bairro do Recife, em Pernambuco, Brasil (Figura 1). Os sepultamentos deste sítio colonial, ainda em contexto, em solo arenoso da planície costeira do Recife, com impregnação das águas de rio, mar e das chuvas, tiveram o pH mensurado e apresentaram resultados entre 7,15 e 7,20 (*in situ*). Embora preservados externamente, os ossos do sítio Pilar apresentaram fissuras ósseas internas, que tornam os esqueletos friáveis ao manuseio assistemático.

O estudo do pH para a preservação de amostras de sítios funerários tem sido objeto de estudo para a predição da preservação de remanescentes humanos. A preservação óssea está relacionada a acidez do solo.

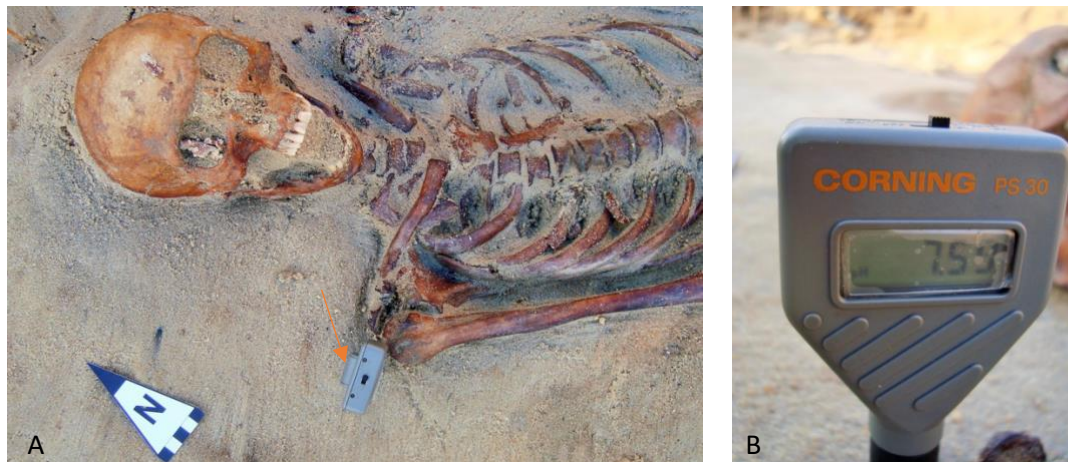


Figura 1: Etapa de mensuração do pH em campo, após estabilização, com phômetro digital portátil, sepultamento 46, sítio do Pilar, Recife, PE. (A) Localização da inserção do instrumento; (B), o registro estabilizado de pH = 7,59. Fonte: Acervo do Laboratório de Arqueologia Biológica e Forense (Labifor) 2017.

A correlação entre a deterioração óssea e acidez do solo, medida pelo pH, assim como a cronologia do sítio podem servir como dados para estimar a presença desse tipo de vestígio de natureza orgânica nos sítios arqueológicos (Gordon, Buikstra, 2017).

Conforme as observações de Hunt (2006), algumas questões podem ser feitas a partir das características químicas dos ossos: o uso do teste de pH no contexto arqueológico pode servir para explicar por que os ossos se preservam melhor em alguns solos do que em outros; testes precisos em relação ao pH antes e depois das escavações podem ser extremamente importantes para redimensionar políticas de acervos arqueológicos de coleções sensíveis; o pH pode expressar assinaturas compostas dos depósitos arqueológicos, relacionadas a áreas distintas de atividades e usos realizados no solo; os processos formativos do registro arqueológico podem ser estudados nos contextos macro e microestratigráficos, sendo aí o pH um dos indicadores das mudanças e suas naturezas, demandando a presença de químicos durante as escavações para prever sobre os tipos de achados ou estabilizar e controlar os vestígios durante e após a sua retirada do contexto arqueológico.

Associadas ao uso do pH, estão as análises granulométricas, petrográficas, com uso da cartela de Munsell ou colorímetros portáteis, associáveis em análises multicomponenciais de amostras de solos e mesmo de ossos de sepultamentos arqueológicos. O caráter preditivo das mensurações de pH podem indicar a presença/ausência de determinados tipos de vestígios

arqueológicos em determinadas áreas do sítio arqueológico ou mesmo em uma região arqueológica.

A preservação, salvaguarda e conservação de coleções de materiais de natureza orgânica provenientes de sítios arqueológicos e presentes na *RETEC-Org* do Departamento de Arqueologia da UFPE, constituem ações nas quais o material estudado neste artigo está incluído. Os processos de degradação e as perspectivas na conservação das coleções de remanescentes humanos da UFPE estão descritas em Ghetti (2015) e Silva, Ghetti e Santos (2016).

Materiais, métodos e técnicas

A partir da etapa de curadoria dos remanescentes ósseos humanos escavados no sítio Pedra do Cachorro, realizada no Laboratório de Arqueologia Biológica e Forense (Labifor) e Laboratório de Conservação e Restauro (Lacor) do Departamento de Arqueologia da UFPE, foram separadas em 21 de junho de 2017, foram tomadas amostras secas, sendo duas amostras a saber: amostra 1 – sedimento coletado na limpeza dos ossos longos do esqueleto do sepultamento 2; amostra 2 - sedimento coletado na limpeza do crânio do esqueleto do sepultamento 2 (Figura 2).

O esqueleto é de indivíduo infantil, com cerca de 3 anos de idade, possivelmente feminino (caracteres da abertura da incisura isquiática maior, clavículas e mento), sem sinais de traumas e anomalias e com alterações causadas pelo peso das camadas sobre o crânio (fissuras e quebras, com deformação óssea). O esqueleto indicava a posição hiperfletida dos membros inferiores e do corpo, em decúbito ventral/lateral direito, em sedimento arenoso argiloso, com fragmentos de carvão vegetal e rocha arenítica vermelha, desprendida do abrigo. Após a curadoria, que incluiu a sua higienização a seco e semi-úmido (água destilada) em Laboratório, o crânio apresentou coloração escura e formação de sais com estruturas cristalinas filiformes nos ossos da face. Outras ocorrências de sais foram verificadas em regiões de metáfises de ossos longos, mas em pequena concentração de salinização.

As amostras secas de solo foram tomadas em 10cm³ em recipiente graduado, adicionado 25cm³ de água deionizada, procedendo a agitação com bastão de vidro individual e deixando em repouso por aproximadamente 1 hora e depois agitando a amostra e proceder à filtração com papel filtro (Filter papers qualitative circles 4, 135mm Dia cat. No. 1004125, da Whatman). Após,

foi calibrado o pHmetro com solução tampão ³(alphateca, reagente analítico, pH7,0+0,02 a 20oC amarelo; pH10,0+0,02 a 20oC, transparente; pH4,0+0,02 a 20oC, rosa). Procedeu-se à leitura do pH com pHmetro digital realizada após 60s ou quando houve a estabilização dos valores.

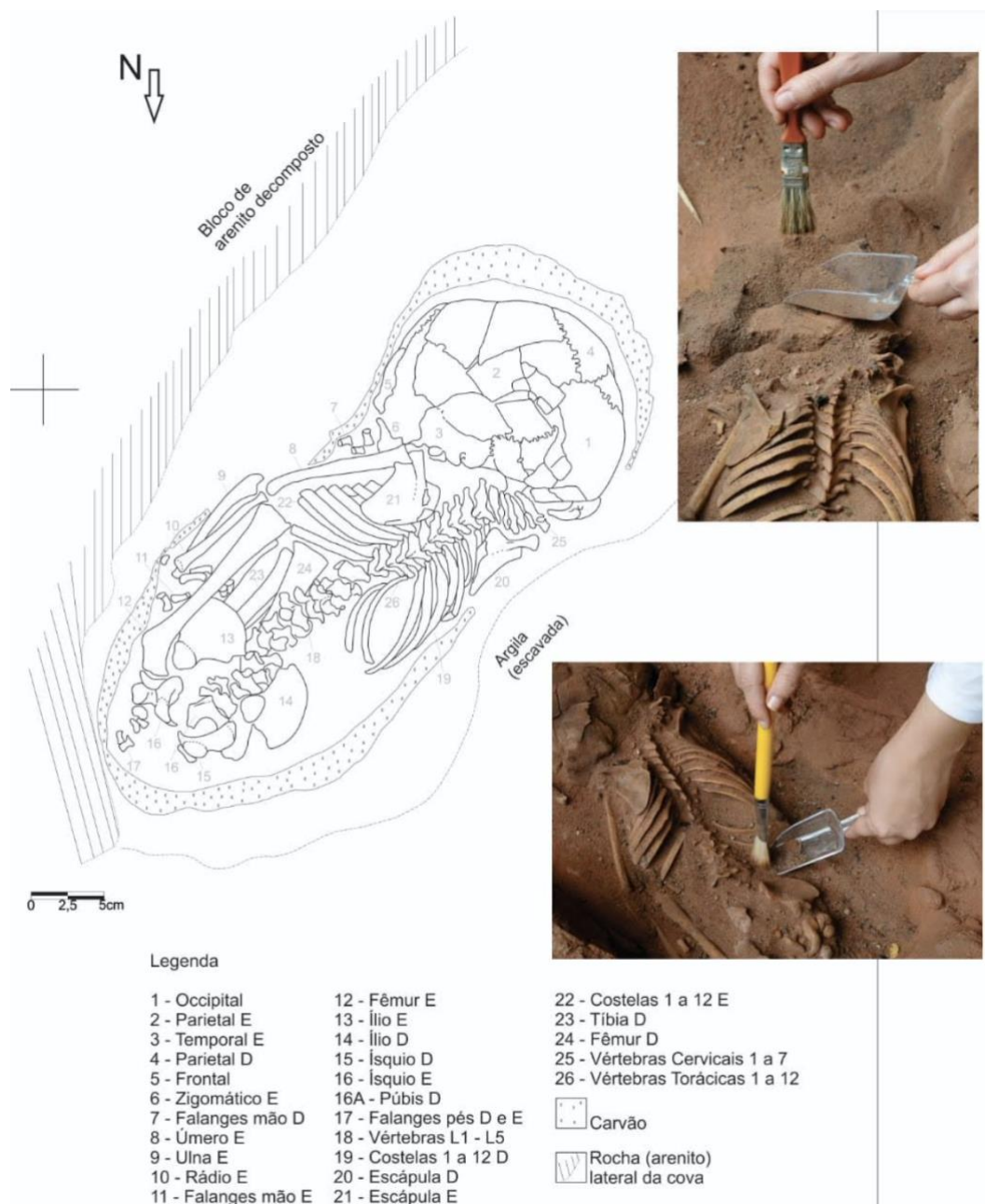


Figura 2: Etapa de coleta de amostras de sedimentos para uso na medição do pH, esqueleto do sepultamento 2, sítio Pedra do Cachorro, Buíque, PE. Fonte: Solari, 2020.

Torna-se pertinente destacar que existem vários fatores que podem interferir no pH do solo, tais como sua composição (rochas), a região em que está localizado e a concentração de sais, metais, ácidos, bases e substâncias orgânicas que são adicionadas ao longo do tempo.

O grau de intemperismo e a ação de processos específicos, como no caso de sepultamentos em solos arqueológicos, determinam variações muito significativas nas características dos solos. Segue, abaixo um quadro referencial (Quadro 1) que aponta a taxonomia diferenciada para os solos em função do pH.

Quadro 1: Taxonomia de solo/sedimento conforme seu pH.

Denominação Taxonômica do solo	pH
Ultra ácido	< 3,5
Extremamente ácido	3,5 – 4,4
Muito fortemente ácido	4,5- 5,0
Fortemente ácido	5,1-5,5
Moderadamente ácido	5,6-6,0
Levemente ácido	6,1-6,5
Neutro	6,6-7,3
Levemente alcalino	7,4- 7,8
Moderadamente alcalino	7,9-8,4
Fortemente alcalino	8,5-9,0
Muito fortemente alcalino	>9,0

Fonte: Soil Survey Division Staff. "Soil survey manual.1993. Chapter 3, selected chemical properties.". Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 18. Retrieved 2011-03-12 apud QAE_Sedimentos_Stevani_2017.pdf.

Resultados e discussão

As amostras 1 e 2 provêm de regiões diferentes do esqueleto. A primeira resultou da coleta de sedimentos de limpeza a seco dos ossos longos e a segunda de sedimentos desprendidos dos ossos cranianos do indivíduo infantil do sepultamento 2. Foram obtidos os seguintes resultados (Tabela 1) preliminares de uma medição de pH.

Tabela 1. Medidas de pH nas amostras de solo 1 e 2, conforme a região do esqueleto, temperatura ambiente, horário da medição e pH obtido após estabilização. Sepultamento 2, Pedra do Cachorro, Buíque, PE

Amostra	Região do esqueleto	Temperatura ambiente °C	Hora	pH
Filtrado 1	Ossos longos	25,7	14:15	7,15
Filtrado 2	Crânio	25,7	14:30	6,73
Filtrado 1'	Ossos longos	26,0	14:58	6,64
Filtrado 2'	Crânio	26,0	14:58	7,15

Fonte: Guetti, 2017.

A amostra 1 (solução-sedimento filtrado 1) apresentou uma solução turva, de solo alcalino, resultado de reações com ácidos orgânicos, sais orgânicos, ácidos e sais básicos (cloreto de cálcio, fosfato, fluoreto de bário, potássio) e água. Após a filtração, o que ficou retido no filtro circular apresentou cor marrom escuro, com óxido de ferro. Os 20ml de solução do filtrado 1 teve pH medido com fita (tira de pH pH-fix 0-14, 110 tiras/ cx. *Macherey-Nagel* -MN, ref. 921 10). Os ossos longos apresentaram solo associado com pH 7,15, básico. Essa região do esqueleto apresentou áreas da superfície externa dos ossos com mínima concentração de sais após a secagem ambiente.

O filtrado da amostra 2 (filtrado 2) apresentou no filtro circular uma coloração escura, potencialmente associada a presença de carvão. O sítio apresentou matéria orgânica resultante de carvão vegetal, fezes e urina de mamíferos, aves e répteis, infiltração das águas da chuva, erosão eólica, presença de polens das plantas arbustivas locais e outros vestígios (bolos de regurgitação de aves, conteúdos de valvas de moluscos terrestres decompostos e raízes decompostas). A obtenção de um pH 6,73 indica maior acidez nesta região do esqueleto ou ao solo coletado junto aos ossos do crânio. Possivelmente essa mudança de pH esteja associada a salinização que foi observada no crânio, após o seu tratamento e acondicionamento na Reserva de Materiais Orgânicos (RETEC-Org) do Departamento de Arqueologia da UFPE.

O filtrado 1', medido em 28 de junho, apresentou pH 6,64 enquanto o filtrado 2' apresentou pH 7,15. Nos casos dos filtrados 1 e 2 e dos filtrados 1' e 2', observou-se uma inversão de valores de pH. A acidificação pode ter sido alterada no decurso das mensurações e pode ser resultado de diferenças dentro das próprias amostras em relação à acidez apresentada. As amostras para os filtrados 1 e 2 foram tratadas e mensuradas quanto ao pH em 21/06/2017 e as dos filtrados 1' e 2' foram mensurados quando ao pH em 28/06/2017.

O problema da mensuração de pH após a retirada dos vestígios orgânicos de campo pode estar na modificação da acidez quando da mudança de ambiente, de campo ao laboratório e deste para a reserva técnica (RT). Ainda, os ossos inseridos no substrato apresentam um pH, enquanto após os tratamentos mais ou menos invasivos, podem sofrer mudanças químicas. A heterogeneidade das medidas expressam a dinâmica dos processos de conservação e de decomposição dos materiais arqueológicos, especialmente os de natureza orgânica.

A Reserva Técnica de Vestígios Orgânicos (Retec-Org) do Departamento de Arqueologia é mantida em espaço com controle de iluminação, sem janelas, com condicionador e desumidificador de ar, com uso de termohigrômetro para controle de temperatura e umidade relativa. A verificação dos níveis de controle das condições do ambiente interno da RT, com o uso dos resultados preliminares da primeira medição de pH em amostras de materiais já acondicionados, pode gerar novas ações de preservação do material. Estas podem incluir procedimentos de controle das ocorrências de salinização e auxiliar na análise de alterações *antemortem*, como a erosão química das superfícies oclusais, que podem ser alteradas por processos naturais e culturais de formação do depósito arqueológico ou mascaradas por processos de curadoria sem o controle do pH.

Considerações finais

Sendo assim, o cálculo do pH é importante antes, durante e após as intervenções arqueológicas, devendo ser previsto nos projetos de pesquisa e curadoria de coleções arqueológicas. Faz parte das ações técnicas de preservação, salvaguarda e conservação arqueológica de remanescentes humanos em RT, como no contexto apresentado por Ghetti (2015) e Silva, Ghetti e Santos (2016), ou no contexto de campo, explanado nos anos 1990, por Lorêdo (1994). Os processos descritos por Schiffer (1989), de natureza cultural ou natural, intervêm nas oscilações do pH durante todo o percurso que vai do contexto sistêmico ou de vida de uma população no ambiente até a sua escavação e estudo no contexto arqueológico ou mesmo depois, dentro dos contextos da institucionalização do patrimônio arqueológico nas reservas técnicas das instituições de museu, ensino, extensão e pesquisa. Os procedimentos de identificação, controle/estabilização de danos em coleções sensíveis, como aquelas representadas pelos

materiais arqueológicos de natureza orgânica, são complexos e de caráter multicomponencial, necessitando da interação de profissionais de áreas da física e química arqueológica.

Assim como a acetona (AP), usada como solvente do paralóide B72 como adesivo ou consolidante, a mudança do pH no solo, dentro do sítio arqueológico ou fora, no laboratório e nas reservas técnicas, podem implicar na preservação de colágenos e outros tipos de vestígios orgânicos importantes para a diagnose de sexo (amelogenina); reconstituição do perfil genético para estudos de ancestralidade biogeográfica ou de biodistâncias e parentesco; diagnose de patógenos e estudos em paleoparasitologia e paleopatologia.

Referências

CASTRO ROCHA, A.; SOLARI, A.; SILVA, S.F.S.M.; CAMACHO, M.; DUARTE, A.N.; ROCHA NOGUEIRA, J.M.; GABRIEL, D.A.; NOVO, S.P.C. 2019. Ancient parasite analysis and zoonotic potential of *Spirometra* sp in two related sites from Pernambuco, Brazil. *Journal of Parasitology*. 105(5): 755-759..

EMBRAPA. 1997. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo / Centro Nacional de Pesquisa de Solos. – 2. ed. rev. atual. – Rio de Janeiro. 212p.

GHETTI, N. C. 2015. Preservação, salvaguarda e conservação arqueológica: a reserva técnica de material orgânico do departamento de arqueologia da Ufpe. *Revista Clio Série Arqueológica*, v.30, n.2, p.100-153.

GORDON, C. C.; BUIKSTRA, J. E. 1981. Soil pH, Bone Preservation and Sampling Bias at Mortuary Sites. *American Antiquity*. v.46, n.3, p. 566-571.

HUNT, P. 2007. *Alpine Archaeology: Soil Chemistry Theory and pH Testing*. Alpine Archaeology Stanford University. 25 jun 2006. Disponível em: < <http://www.patrickhunt.net> >.

LORÊDO, W.M. 1994. *Manual de conservação em arqueologia de campo*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro do Patrimônio Cultural, Departamento de Proteção.

LUFT, V. J. 1990. *A Pedra do Tubarão: um sítio da Tradição Agreste em Pernambuco*. Dissertação (mestrado). Departamento de História: UFPE, 136p.

ROCHA, G.C.; SERRA-FREIRE, N.M. 2011. Ácaros e Paleoparasitologia. In. FERREIRA, L.F.; REINHARD, K.J.; ARAÚJO, A. (eds). Fundamentos da Paleoparasitologia. Rio de Janeiro: Editora da FioCruz, p.171-188.

SCHIFFER, M.B. 1989. Formation processes of the archaeological record. New Mexico: University of New Mexico Press.

SILVA, S. F.S.M.; GHETTI, N.C.; SANTOS, C.R.B. 2016. Ensaio sobre preservação de materiais arqueológicos de natureza orgânica da Retec-Org da UFPE: remanescentes ósseos. In. NASCIMENTO CAMPOS, G.; GRANATO, M. (orgs). Anais do IV Seminário Preservação do Patrimônio Arqueológico. Conservação e curadoria de remanescentes esqueléticos humanos. Rio de Janeiro: Museu de Astronomia e Ciências Afins, p.402-432.

SOLARI, A., SILVA, S.F.S.M., MELLO, S. 2015. Estudo de caso sobre indicadores bioarqueológicos de práticas mortuárias complexas em esqueleto humano coletado no abrigo Pedra do Cachorro, Buíque, PE. CLIO Série Arqueológica, 30: 93-120.

SOLARI, A., ALVES-PEREIRA, A.B., ESPINOLA, C.S., MARTIN, G., COSTA, I.P., SILVA, S.F.S.M. 2016. Escavações arqueológicas no abrigo funerário Pedra do Cachorro, Buíque - PE. CLIO Série Arqueológica, 31: 105-135.

SOLARI, A.; SILVA, S.F.S.M. 2017. Sepultamentos secundários com manipulações intencionais no Brasil: um estudo de caso no sítio arqueológico Pedra do Cachorro, Buíque, Pernambuco. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas, 12 (1): 135-155.

SOLARI, A., MARTIN, G., SILVA, S.F.S.M. 2018. Estudos em bioarqueologia e arqueotanatologia no sítio Pedra do Cachorro, Buíque, PE. Caracterização do sepultamento 3 (3.560 ± 30 AP). CLIO Série Arqueológica, 33 (2): 93-137.