

DIAGÊNESE ÓSSEA NOS CEMITÉRIOS INDÍGENAS DOS SERTÕES DA PARAÍBA

Juvandi de Souza Santos
Allysson Allan de Farias

RESUMO

Para os ossos dos cemitérios indígenas serem conservados, componentes e constituintes do solo influenciam o processo de diagênese óssea. Neste trabalho foram analisadas amostras de três cemitérios dos sertões da Paraíba. Apresentamos as etapas envolvidas no processo, e o diferente processo de degradação das plantas e do material lítico. Os resultados levam em consideração o pH, a salinidade e a umidade comparados com a variação e média da condição de conservação dos ossos. A conclusão propõe maior estudo sobre os mecanismos de diagênese óssea, principalmente pesquisas sobre a relevância da fauna edáfica na preservação dos ossos indígenas pelo mundo.

PALAVRAS-CHAVE: Diagênese Óssea, Cemitério Indígena, Arqueologia na Paraíba

ABSTRACT

Bones from indigenous cemeteries are preserved by components and constituents of soil influencing the bone diagenetic process. In this work, samples from three cemeteries located in the *sertão* of Paraíba were analyzed. The steps involved in process and the different degradation in plants and in lithic material were shown. The pH, salinity and humidity, were compared with the range and average preserved condition of bones. The conclusion proposes further studies on bone diagenetic mechanisms, mainly on the importance of soil fauna in preservation of indigenous bones around the world.

KEYWORDS: Bone Diagenesis, Indian Burial Ground, Archaeology in Paraíba

INTRODUÇÃO

A diagênese óssea tem sido escopo de diversas pesquisas na Europa (Bell *et al.*, 1991; Fernández-Jalvo & Andrews, 1992; Grupe, 1995; Bocherens *et al.*, 1997; Collins *et al.*, 1995, 2002; Dennys, 2002; Fernández-Jalvo *et al.*, 2002; Götherström *et al.*, 2002; Hedges, 2002; Reiche *et al.*, 2003; Matthiesen, 2004; Hitler *et al.*, 2004; Smith *et al.*, 2005; Dobberstein *et al.*, 2009). Nas últimas décadas, efetuaram-se estudos sobre tafonomia e paleopatologia no Brasil (Carvalho & Vergne, 2001; Carvalho & Queiroz, 2008; Carvalho *et al.*, 2002, 2003, 2008). Pesquisas sobre modelos de diagênese óssea humana apresentam técnicas difíceis, e não são incentivadas por órgãos de pesquisas. Schmitz (2001) mostra que a maioria das pesquisas arqueológicas tem sido ligada ao período pré-colonial, onde temas como sambaquis e arte rupestre são amplamente explorados, principalmente em congressos específicos de Arqueologia.

Nesse sentido, as pesquisas na Paraíba iniciam uma nova fase, relevante para o entendimento do processo de conservação/degradação dos ossos humanos de necrópoles pré-históricas e históricas. A coleta dos ossos humanos foi feita em três cemitérios indígenas da Paraíba: sítio Pinturas I, na cidade São João do Tigre; sítio Furna dos Ossos, em São João do Cariri; e sítio Tanque do Capim, em Seridó. Todos são locais de sepultamentos e rituais pós-morte.

O sítio Pinturas I mostra uma área que foi habitada desde o período de contato do grupo indígena Cariri, cujo bioma predominante é a Caatinga. No entorno, existem diversos outros sítios com as mesmas características geoambientais e culturais, sugerindo um padrão de escolha pelos antigos habitantes índios da região. Os corpos enterrados provavelmente pertencem ao grupo indígena Cariri. O alto grau de antropismo é capaz de desabilitar os testes de identificação do perfil cultural do grupo humano; mesmo assim, a cultura material foi recuperada e esta mostra as características e as performances do grupo nos sertões da Paraíba (SANTOS, 2009). As outras duas necrópoles estão sob investigação para conhecimento dos grupos indígenas que habitaram os municípios de São João do Cariri e Seridó, ambas também na Paraíba.

Os objetivos deste trabalho permeiam: (1) a análise dos ossos encontrados nas três necrópoles indígenas, mostrando os (2) estudos sobre diagênese óssea e os parâmetros que influenciam este processo, incluindo a nova perspectiva da fauna edáfica.

METODOLOGIA

Os sedimentos coletados nos sítios arqueológicos foram analisados quanto aos valores de pH e salinidade. O período de coletas foi entre fevereiro e agosto de 2008. O método de análise utilizado para conservação óssea foi à escala de Behrensmeyer (Behrensmeyer, 1978; O'Connor, 2000). Esta escala utiliza seis (6) estágios do estado de preservação óssea, com os respectivos critérios de diagnóstico. Os melhores (0) sem descamação ou fissuras, e os piores (6) desintegrados em farpas com o formato original não mais aparente.

MATERIAL ARQUEOLÓGICO EVIDENCIADO NAS ESCAVAÇÕES

Tabela 1
Amostras de pH, salinidade e material ósseo encontrado

	Cidade	pH	Salinidade (g.kg¹)	Amostra
Pinturas I	São João do Tigre	6,2	10,2	Fauna/Humana
Furna dos Ossos I	São João do Cariri	5.2	10	Fauna/Humana/Cerâmica/Lítico
Tanque do Capim	Seridó	5.5	14.12	Humana/Carvão/Fauna

Nos três sítios escavados, o método de escavação foi por decapagem por níveis artificiais de 10 centímetros.

No sítio Pinturas I, a salinidade foi de 10,2 g.kg⁻¹ e o pH 6.2. Os ossos removidos são mostrados na figura 1. NMI = 35. Obteve-se uma datação de 280 anos ± 20 anos.



Figura 1: Material arqueológico (ossos humanos), proveniente do sítio Pinturas I, São João do Tigre – PB.

Em São João do Cariri, no sítio Furna dos Ossos, a salinidade foi de 10 g.kg-1 e o pH, 5,2. Os ossos exumados são apresentados na figura 2. A cerâmica associada aos ossos foi datada com 890 ± 50 anos; e outra com 500 ± 30 anos, período antes dos portugueses colonizarem o Brasil. O NMI resultou em 14.



Figura 2: Material arqueológico (ossos humanos), proveniente do sítio Furna dos Ossos, São João do Cariri – PB

No sítio Tanque do Capim, em Seridó, o pH encontrado foi 5,5 e a salinidade, 14,12 g.kg-1. O material encontrado no sítio é mostrado na figura 3. Neste sítio não obtivemos datações absolutas graças ao elevado grau de antropismo do sítio arqueológico, nem tampouco o NMI. Todas as datações foram feitas no LACIFID/USP, através do método absoluto da TL.



Figura 3 – Material arqueológico (fragmentos de ossos humanos com grau diferente de queima), provenientes do sítio Tanque do Capim, Seridó – PB

O sítio Pinturas I não apresentou raízes no ambiente de escavação, mas os sítios Tanque do Capim e Furna dos Ossos apresentaram raízes de estrato arbóreo. Diversos fragmentos de ossos foram encontrados, especialmente nos sítios Pinturas I e Tanque do Capim. Nenhum dos sítios serve de passagem para armazenamento ou cursos de água, perenes ou temporários. As figuras 1, 2 e 3 mostram o grau de depreciação em que o material arqueológico se encontrava nos sítios escavados. Os ossos humanos foram coletados em superfície e em camadas estratigráficas diversas, porém não ultrapassando os 60 cm de profundidade.

A Tabela 2 apresenta as condições em que os fragmentos de ossos humanos foram encontrados e enquadrados, de acordo com a escala de Behrensmeyer.

Tabela 2
Estado de conservação óssea baseado na escala de Behrensmeyer (1978)

Amostragem Óssea	Condição (Média)	Condição (Variação)	Raízes
Pinturas I (0-10 cm)	5	5	Não
Pinturas I (10-20 cm)	5	5	Não
Pinturas I (20-30 cm)	5	4-5	Não
Pinturas I (30-40 cm)	4	3-5	Não
Pinturas I (40-50 cm)	4/5	4-5	Não
Pinturas I (50-60 cm)	5	5	Não
Tanque do Capim	4	2-5	Sim
Furna dos Ossos	2	0-3	Sim

TAFONOMIA E SOLO

Denys (2002) sintetiza que os processos tafonômicos que influenciam a concentração e alterações dos ossos são: digestão (para pequenos mamíferos), transporte, intemperismo, corrosão pelo solo, pisoteio, queima e diagênese (mineralização, mudanças na composição). Líquens, alga e fungos são bem abundantes na natureza e parecem ter efeitos na degradação de alguma estrutura do tecido ósseo (Fernández-Jalvo & Andrews, 1992; Fernández-Jalvo *et al.*, 2002), provavelmente agindo no decaimento e na desarticulação. Fernández-Jalvo & Andrews (1992) explicitam que os ossos e os dentes são atacados por solos ácidos, ao contrário dos solos alcalinos (8-14), que promovem descamação dos mesmos, embora este último processo seja mais lento. Umidade, pH do solo e pressão podem ter importantes papéis no condicionamento dos ossos na fase inicial da diagênese (Denys, 2002).

O período de perda óssea e modificação poderiam não ser simplesmente relacionados ao pH do solo e/ou inferidas pelo potencial de óxido-redução do solo (Eh). Diferentes formas de preservação óssea ocorreram em solos adjacentes com pH e drenagem similares (NICHOLSON, 1996). No contexto arqueológico, o pH é um parâmetro-chave para a preservação dos vestígios de diferentes materiais. Como exemplo, ossos, conchas, ferro, bronze e até mesmo sílex. As medições de pH são ainda incluídas em programas de monitoramento de sítios arqueológicos preservados *in situ* e em experimentos de reenumeração (Matthiesen, 2004).

No campo da diagênese, o problema do tempo é geralmente resolvido pelo aquecimento. Este pode não ser o método mais apropriado, tendo em mente o número de parâmetros que são envolvidos no processo de diagênese, como a composição do solo, bactérias, transformações geomorfológicas do solo, compactação, modificação química dos ossos e solo, e clima, dentre outros parâmetros (Denys, 2002), semelhantemente ao estudo tafonômico.

Nielsen-Marsh *et al.* (2007) trabalhou na perspectiva da manipulação dos ossos enterrados, em tipos corrosivos de solo e em tipos de solos benignos. A comparação destes dois tipos de ambiente mostra quatro tipos de padrão diagenético, também documentados por Smith *et al.* (2007):

- *tipo 1 – bem preservado;*
- *tipo 2 – hidrólise acelerada de colágeno (ACH);*
- *tipo 3 – osso atacado por micróbios (MA);*
- *tipo 4 – dissolução catastrófica mineral (CMD).*

COLÁGENO, OSTEOCALCINA E DNA

No Brasil, um estudo foi efetuado tendo como escopo o DNA antigo, feito por Telles & Diniz-Filho (2004), mostrando a teoria e metodologia utilizada, baseada na revisão de artigos ligados à temática. A maior parte do colágeno perdido no osso é correlacionada com o ataque de micróbios, ou cianobactérias em ambientes marinhos (Bell *et al.*, 1991). O bom ambiente para preservar o colágeno ósseo são sítios alagados que mostram pouco ataque de micróbios (Bocherens *et al.*, 1997; Reiche *et al.*, 2003). As chuvas são importantes porque a camada de umidade formada entre a parte óssea mineral faz com que a hidrologia tenha uma importante relação na dissolução óssea. Depois dos minerais dissolvidos, a exposição do colágeno é fatídica, bem como a aceleração da deterioração (Collins *et al.*, 2002). Colágeno e hidroxiapatita têm um papel significativo porque o DNA é adsorvido e estabilizado pela apatita no tecido ósseo. O colágeno é parte deste sistema complexo que preserva o DNA no tecido ósseo (Götherström *et al.*, 2002; Dobberstein *et al.*, 2009). O colágeno pode ser protegido por uma exclusão física de enzimas microbianas extracelulares. A osteocalcina é ligada ao colágeno e é a segunda maior proteína nos ossos com uma grande afinidade pela parte mineral óssea.

Ambas as proteínas são chaves para a sobrevivência óssea. Considerando a parte mineral óssea e uma destas duas proteínas, nós temos três processos alternativos de deterioração: (1) a fração orgânica (primeiramente colágeno), (2) a parte mineral óssea, ou (3) biodegradação. Essa divisão didática é utilizada para o entendimento dos complexos fatores relacionados à diagênese óssea *in loco* (Collins *et al.*, 2002; Smith *et al.*, 2005). A maior parte do dano ao colágeno ocorre antes dos mecanismos edáficos dependentes, os quais mostram uma proteção às demais proteínas, em vez de mais decomposição (Grupe, 1995).

Os melhores exemplos que podem fornecer DNA para amplificação têm uma pequena ou nenhuma mudança mineral, fornecendo um limiar constante de nitrogênio. No entanto, certa quantidade de mudança mineral e perda de nitrogênio são toleráveis, pela relação estreita dos dois. Eventualmente um estágio é alcançado, e muito DNA é perdido ou degradado pela amplificação (Hitler *et al.*, 2004). As influências do dano químico ou de micróbios ao colágeno são relevantes quando a deterioração química abre as portas para os microorganismos, expondo a proteína à degradação da material orgânica. E esta também é influenciada pela temperatura e outros fatores edáficos, como a viabilidade de água e oxigênio controlados por dois processos chave: (1) despolimerização do colágeno e (2) dissolução de fragmentos polipeptídicos (Collins *et al.*, 1995; 2002).

OSSOS E ATAQUE DE MICRÓBIOS

A comparação entre sítios similares com ossos enterrados ou não (encontrados na superfície), sem discrepâncias temporais, mostrou que a maioria dos ossos advindos dos compostos orgânicos caseiros foram bem preservados. É argumentado que isso tem sido uma consequência da ligação do colágeno com o húmus do solo, resultando em uma estrutura resistente ao ataque enzimático (Nicholson, 1998). Entretanto, Nielsen-Marsh *et al.* (2000) nesta linha de argumentação, advogam que o colágeno não pode ser atacado por enzimas de microorganismos (bactérias e fungos) até a matriz inorgânica ter sido removida permitindo-lhes o acesso.

Hedges (2002), em outro estudo, continua argumentar que boa parte do colágeno é perdida e a porosidade, em todas as escalas, exceto a mais fina, tem um grande aumento. É proposto que uma indicação para este caso é a resposta dos ossos alterados

diageneticamente ao tratamento com ácido acético (o qual objetiva a reversibilidade dos efeitos desta diagênese), no qual o osso alterado por microorganismos é completamente diferente do osso histologicamente bem preservado. Smith *et al.* (2002) defende que a perda de colágeno é surpreendentemente rápida no osso histologicamente perfeito. Embora não haja, como sempre, qualquer evidência para perda oxidativa. Mostrando outro processo de perda de colágeno em que age a hidrólise ou a ação dos microorganismos.

Trueman e Martill (2002) mostram uma extensa bibliografia que discute a influência dos micróbios em processos chamados “destruições microscópicas focais” (MFD), que produzem mudanças na histomorfologia óssea. O MFD é influenciado por fungos basicamente, seguido de bactérias, algas e protozoários (ameba). Trueman e Martill (2002) continuam enfatizando que o agente iniciador da degradação do osso é o ataque de micróbios, desmineralizando-o e produzindo um dos principais tipos de destruição histológica, túneis. A “proteção mútua” alusiva à etapa inicial existe entre os cristais de apatita e a matriz de colágeno.

A bioerosão é uma inibição química dos micróbios. No caso dos fósseis ósseos bioerodidos, uma mudança nas condições químicas pode ter ocorrido durante a etapa primitiva da história de enterro do osso. Parece que se um osso está a caminho da sobrevivência como um registro fóssil, então a degradação inicial dos micróbios ao colágeno pode ser evitada. As condições para entrar a etapa inicial de metabolismo do colágeno não são conhecidas, mas como os ossos são encontrados em quase todos os ambientes de deposição, a bioerosão não parece ser controlada por um simples e único fator (Trueman & Martill, 2002).

DEGRADAÇÃO LÍTICA E DE PLANTAS

Diferentemente dos ossos, os líticos não serão sujeitos ao viés da temperatura na sua preservação. Embora seja esperado que em sítios que apresentam amostras faunísticas haja uma porção de áreas com pouca perda de colágeno, este não é exigido para a preservação lítica. No entanto, para sítios com amostras líticas, sugere-se que outros fatores trabalham na degradação (Holmes *et al.*, 2005).

Na degradação das plantas, especialmente do amido, os componentes nos solos podem ser divididos em duas amplas categorias: propriedades dos solos – como pH,

temperatura, textura, umidade – e constituintes do solo – incluindo enzimas, bactérias, fungos e minhocas. Ambas as degradações dos componentes das plantas, por fungos e bactérias, são atribuídas à ação das enzimas (Haslam, 2004).

A FAUNA EDÁFICA

A importância dos oligoquetos nos sítios arqueológicos já foi elucidada pela ação ligada a (1) fazer covas, (2) fundir e enterrar achados, (3) fazer marcas nas covas, (4) destruir estratos profundos, (5) levar pedras e sementes alguns centímetros abaixo do solo e (6) fazer grânulos e alimentação baseada em fungos endófitos (Armour-Chelu & Andrews, 1994; Filser, 2002; Canti, 2003; Curry & Schmidt, 2007; Huhta, 2007). Os ácaros podem fornecer evidências sobre o comportamento humano, ambiente, alimentação, agricultura e permanência socioeconômica das populações (Baker, 2009). Os colêmbolos têm sido investigados nestes três cemitérios indígenas, pois o hábito alimentar baseado em fungos e húmus (PETERSEN & Luxton, 1982; Ponge, 2000; Filser, 2002; Kaneda & Kaneko, 2004; Scheu & Simmerling, 2004; Jørgensen *et al.*, 2003, 2005; Endweber & Scheu, 2007) é essencial para a conservação óssea, segundo o processo de diagênese.

CONCLUSÕES

O pH dos sítios arqueológicos estudados é ácido (5-6). O sítio Pinturas I apresentou elevado nível de pH e salinidade; o sítio Furna dos Ossos tem bons resultados quanto à conservação óssea, graças ao pH e o nível de salinidade; o pH relacionado ao sítio Tanque do Capim apresentou resultados pobres, concluindo que o pH não faz muita diferença no processo de diagênese óssea, como exposto no trabalho de Nicholson (1996).

A intensificação de danos nos ossos leva em consideração os eventos dos períodos de sepultamentos e rituais pós-mortes indígenas até o período da coleta dos vestígios osteológicos. Os três sítios cemitérios são encontrados em zonas de difícil acesso, em cavidades naturais pouco favoráveis às influências do pisoteio de gado, o que favorece a conservação óssea. Estudos tafonômicos são imprescindíveis para o reconhecimento de marcas ligadas à cultura indígena ou marcas ligadas às influências da violação do patrimônio histórico.

Os ossos mais bem preservados, sítio Furna dos Ossos, não apresentam vestígios de matéria orgânica superficial. A falta de flexibilidade corresponde à passagem da fase inicial da diagênese óssea, a perda de colágeno.

Os arqueólogos ainda desconhecem a importância da fauna edáfica em estudos sobre tafonomia arqueológica, e ainda são escassos os conhecimentos a respeito da taxonomia destes grupos. Uma extensa rede de pesquisas com maioria dos taxa é essencial para a descoberta de modelos de diagênese óssea em cada ambiente, seja ele temperado ou semi-árido, especialmente nos Sertões do Nordeste. A partir da criação de um modelo específico, e depois realizado o estudo prévio de um sítio a partir de análises do solo, podemos prever em qual sítio os ossos podem estar bem conservados ou não, através dos componentes e constituintes desse solo, contribuindo e minimizando os custos para uma eventual interferência arqueológica (escavação) do sítio.

Juvandi de Souza Santos

Universidade Estadual da Paraíba

Allysson Allan de Farias

Universidade Estadual da Paraíba

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARMOUR-CHELU, M., ANDREWS, P., 1994. Some effects of bioturbation by earthworms (oligochaeta) on archaeological sites. *Journal of Archaeological Science* 21, 433-443.
- BEHRENSMEYER, A.K., 1978. Taphonomic and ecologic information from bone weathering. *Paleobiology* 4, 150-162.
- BOCHERENS, H., TRESSET, A., WEIDERMANN, F., GILIGNY, F., LAFAGE, F., LANCHON, Y., MARIOTTI, A., 1997. Diagenetic evolution of mammal bones in two French Neolithic sites. *Bulletin Societe Geologique de France* 168, 555-564.
- BELL, L.S., BOYDE, A., JONES, S.J., 2001. Diagenetic alteration to teeth in situ illustrated by backscattered electron imaging, *Scanning* 13, 173-183.
- CANTI, M.G., 2003. Earthworm Activity and Archaeological Stratigraphy: A Review of Products and Processes. *Journal of Archaeological Science* 30, 135-148.
- CARVALHO, O.A., QUEIROZ, A.N., VERGNE, C., 2002. A diagnose de sexo e idade dos esqueletos humanos. *Revista Canindé*, Xingó, nº 2.
- CARVALHO, O.A., VERGNE, C., 2001. Estudo Paleodemográfico e tafonômico na população pré-história da necrópole de São José II (Delmiro Gouveia, Alagoas, Brasil). *Revista Canindé*, Xingó, nº 1.
- CARVALHO, O.A., SOUZA, S.M., QUEIROZ, A.N., SILVA, A.F., ALVES, M.A.M., SILVA, M.I.C., 2003. Nota prévia sobre traços de desarticulação e descarnamento em um esqueleto do sítio arqueológico furna do estrago, Brejo da Madre de Deus, Pernambuco. *Revista Canindé*, Xingó, nº 3.
- CARVALHO, O.A.; QUEIROZ, A.N., 2008. Casos de traumatismos provocados por violência na população pré-histórica de Xingó, Sergipe, Brasil. *Revista Canindé*, Xingó, nº 11.
- CARVALHO, O.A., QUEIROZ, A.N., MORAES, F.A.A., NETO, W.M.L., SANTOS, O.J., SOUZA, G.F.C., 2008. Estudos bioarqueológicos na Igreja da Madre de Deus, Recife, Pernambuco: exumação de esqueletos humanos. *Revista Canindé*, Xingó, nº 12.
- COLLINS, M.J., RILEY, M.S., CHILD, A.M., TURNER-WALKER, G., 1995. A basic mathematical simulation of the chemical degradation of ancient collagen, *Journal of Archaeological Science* 22, 175-183.
- COLLINS, M.J., NIELSEN-MARSH, C.M., HILLER, J., SMITH, C.I., ROBERTS, J.P., PRIGODICH, R.V., WESS, T.J., CSAPÒ, J., MILLARD, A.R., TURNER-WALKER, G., 2002. The survival of organic matter in bone: a review. *Archaeometry* 44 (3), 383- 394.
- CURRY, J.P., SCHMIDT, O., 2007. The feeding ecology of earthworms – A review. *Pedobiologia*, 50 (6), 463-477.
- DENYS, C., 2002. Taphonomy and experimentation. *Archaeometry* 44 (3), 469-484.

- DOBBERSTEIN, R.C., COLLINS, M.J., CRAIG, O.E., TAYLOR, G., PENKMAN, K.E.H., RITZ-TIMME, S., 2009. Archaeological collagen: Why worry about collagen diagenesis? *Archaeological and Anthropological Sciences* 1, 31-42.
- ENDWEBER, K., SCHEU, S., 2007. Interactions between mycorrhizal fungi and Collembola: effects on root structure of competing plant species. *Biology and Fertility of Soils* 43, 741-749.
- FERNANDÉZ-JALVO, Y., ANDREWS, P., 1992 Small mammal taphonomy of Gran Dolina, (Atapuerca, Burgos, Spain). *Journal of Archaeological Science* 19, 407-428.
- FERNANDÉZ-JALVO, Y., SANCHEZ-CHILLÓN, B., ANDREWS, P., FERNANDÉZ-LÓPEZ, S., MARTINEZ, L.A., 2002. Morphological taphonomic transformations of fossil bones in continental environments, and repercussions on their chemical composition. *Archaeometry* 44 (3), 353-361.
- FILSER, J., 2002. The role of Collembola in carbon and nitrogen cycling in soil. *Pedobiologia* 46, 234-245.
- GÖTHERSTRÖM, A., COLLINS, M.J., ANGERBJÖRN, A., LIDÉN, K., 2002. Bone preservation and DNA amplification. *Archaeometry* 44 (3), 395-404.
- GRUPE, G., 1995. Preservation of Collagen in Bone From Dry, Sandy Soil. *Journal of Archaeological Science* 22, 193-199.
- HASLAM, M., 2004. The decomposition of starch grains in soils: implications for archaeological residue analyses. *Journal of Archaeological Science* 31, 1715-1734.
- HEDGES, R.E.M., 2002. Bone diagenesis: An overview processes. *Archaeometry* 44 (3), 319-328.
- HITLER, J.C., COLLINS, M.J., CHAMBERLAIN, A.T., WESS, T.J., 2004. Small-angle X-ray scattering: a high-throughput technique for investigating archaeological bone preservation. *Journal of Archaeological Science* 31, 1349-1359.
- HOLMES, K.M., BROWN, K.A.R., OATES, W.P., COLLINS, M.J., 2005. Assessing the distribution of African Palaeolithic sites: a predictive model of collagen degradation. *Journal of Archaeological Science* 32, 157-166.
- HUHTA, V., 2007. The role of soil fauna in ecosystems: A historical review. *Pedobiologia* 50, 489-495.
- JANS, M.M.E., NIELSEN-MARSH, C.M., SMITH, C.I., COLLINS, M.J., KARS, H., 2004. Characterisation of microbial attack on archaeological bone. *Journal of Archaeological Science* 31, 87-95.
- JØRGENSEN, H.B., ELMHOLT, S., PETERSEN, H., 2003. Collembolan dietary specialisation on soil grown fungi. *Biology and Fertility of Soils* 39, 9-15.
- JØRGENSEN, H.B., JOHANSSON, T., HEDLUND, K., TUNLID, A., 2005. Selective foraging of fungi by collembolans in soil. *Biology Letters* 1, 243-246.

- KANEDA, S., KANEKO, N., 2004. The feeding preference of a collembolan (*Folsomia candida* Willem) on ectomycorrhiza (*Pisolithus tinctorius* (Pers.)) varies with mycelial growth condition and vitality. *Applied Soil Ecology* 27, 1-5.
- MATTHIESEN, H., 2004. In situ measurement of soil pH. *Journal of Archaeological Science* 31, 1373-1381.
- NICHOLSON, R.A., 1996. Bone Degradation, Burial Medium and Species Representation: Debunking the Myths, an Experiment-based Approach. *Journal of Archaeological Science* 23, 513-533.
- NICHOLSON, R.A., 1998. Bone Degradation in a Compost Heap. *Journal of Archaeological Science* 25, 393-403.
- NIELSEN-MARSH, C.M., SMITH, C.I., JANS, M.M.E., NORD, A., KARS, H., COLLINS, M.J., 2007. Bone diagenesis in the European Holocene II: taphonomic and environmental considerations. *Journal of Archaeological Science* 34, 1523-1531.
- O'CONNOR, T.P., 2000. *The Archaeology of Animal Bones*. Sutton Publishing.
- PETERSEN, H., LUXTON, M., 1982. A comparative analysis of soil fauna populations and their role in decomposition processes. *Oikos* 39, 288-388.
- PONGE, J.F., 2000. Vertical distribution of *Collembola* (Hexapoda) and their food resources in organic horizons of beech forests. *Biology and Fertility of Soils* 32, 508-522.
- REICHE, I., FAVRE-QUATTROPANI, L., VIGNAUD, C., BOCHERENS, H., CHARLET, L., MENU, M., 2003. A multi-analytical study of bone diagenesis: the Neolithic site of Bercy (Paris, France) *Measurement Science and Technology* 14, 1608-1619.
- SANTOS, J.S., 2009. *Práticas funerárias nos Sertões da Paraíba: a necrópole sítio Pinturas I, em São João do Tigre*. Dissertação. (Mestrado em Arqueologia). 178 p. Recife: Universidade Federal de Pernambuco.
- SCHEU, S., SIMMERLING, F., 2004. Growth and reproduction of fungal feeding *Collembola* as affected by fungal species, melanin and mixed diets. *Oecologia* 139, 347-353.
- SCHMITZ, P. I., 2001. Avaliação e perspectivas da arqueologia brasileira. *Revista Canindé, Xingó*, nº 1.
- SMITH, C.I., CRAIG, O.E., PRIGODICH, R.V., NIELSEN-MARSH, C.M., JANS, M.M.E., VERMEER, C., COLLINS, M.J., 2005. Diagenesis and survival of osteocalcin in archaeological bone. *Journal of Archaeological Science* 23, 105-113.
- SMITH, C.I., NIELSEN-MARSH, C.M., JANS, M.M.E., COLLINS, M.J., 2007. Bone diagenesis in the European Holocene I: patterns and mechanisms. *Journal of Archaeological Science* 34, 1485-1496.
- TELLES, M.P.C.; DINIZ-FILHO, J.A.F., 2004. DNA antigo: Obtenção e análise de dados genéticos a partir de material arqueológico. *Revista Canindé, Xingó*, nº 4.

TRUEMAN, C.N., MARTILL, D.M., 2002. The long-term survival of bone: role of bioerosion. *Archaeometry* 44 (3), 371-382.