

Experimentação tafonômica em contextos de enterramento na Amazônia Taphonomic experiments in burial contexts in the Amazon

Suiane de Sousa Santos^I  | Alba Pereira Pinto^{II}  | Anne Rapp Py-Daniel^{III} 

^IInstituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá. Núcleo de Pesquisa Arqueológica (NuPArq). Macapá, Amapá, Brasil

^{II}Universidade Federal do Oeste do Pará. Santarém, Pará, Brasil

Resumo: Desde o início dos estudos sobre a formação do registro arqueológico, vem se buscando ferramentas para acessar os processos de deposição e de transformação desses locais ao longo do tempo. A experimentação com o objetivo de reproduzir contextos arqueológicos, apesar de amplamente utilizada em algumas regiões, ainda foi pouco explorada em contextos amazônicos, que possuem processos tafonômicos específicos. Este trabalho visa, através da experimentação, testar algumas das variáveis estabelecidas em regiões temperadas para movimentação e preservação de material ósseo, buscando entender tanto suas validades para a Amazônia quanto as dinâmicas específicas dos microcontextos. Foram utilizados galinhas e materiais de acompanhamento para estruturar os ensaios, enterrados e deixados em superfície. Os resultados apontam para fatores extrínsecos conhecidos, como a presença de raízes de plantas, o contato direto ou não com o solo e outros, mas cujas dinâmicas em contexto amazônico parecem amplificadas. Ao final, propomos que as observações obtidas podem ser significativas para a arqueologia amazônica como um todo.

Palavras-chave: Experimentação. Contexto amazônico. Tafonomia.

Abstract: Since the beginning of studies on the formation of the archaeological record, tools have been sought to access the deposition and transformation processes of these locations over time. Experimentation with the purpose of reproducing archaeological contexts, although widely used in some regions, has still been little explored in Amazonian contexts, which have specific taphonomic processes. This work aims, through experimentation, to test some of the variables established in temperate regions for movement and preservation of bony material, seeking to understand both their validity for the Amazon and the specific dynamics of micro-contexts. Chickens and accompanying materials were used to structure the tests, which were buried and left on the surface. The results point to known extrinsic factors, such as the presence of plant roots, direct contact or not with the soil and others, but whose dynamics in the Amazonian context seem amplified. In the end we propose how the observations obtained can be significant for the Amazonian archaeology as a whole.

Keywords: Experimentation. Amazonian context. Taphonomy.

Santos, S. S., Pinto, A. P., & Rapp Py-Daniel, A. (2021). Experimentação tafonômica em contextos de enterramento na Amazônia. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, 16(1), e20190145. doi: 10.1590/2178-2547-BGOELDI-2019-0145

Autora para correspondência: Anne Rapp Py-Daniel. Universidade Federal do Oeste do Pará. Av. Mendonça Furtado, 2946, Campus Amazônia. Santarém, PA, Brasil. CEP 68040-470 (annerpd1@gmail.com).

Recebido em 31/01/2020

Aprovado em 10/08/2020

Responsabilidade editorial: Cristiana Barreto



INTRODUÇÃO

Desde o advento dos estudos sistemáticos voltados para a compreensão dos processos envolvidos na formação dos registros arqueológicos (Binford, 1981; Schiffer, 1975; Renfrew & Bahn, 1991; Hodder & Hutson, 2003), muito foi discutido sobre a permanência dos vestígios arqueológicos nos seus locais de origem e as transformações pelas quais eles passam ou mesmo sobre o que é a 'vida' desses contextos e quais fatores podem influenciá-los. Diferentes técnicas e abordagens foram elaboradas desde essa época; termos como *N-Transform*, *C-Transform*, *Tafonomia*, *in situ*, e fenômenos pós-deposicionais tornaram-se conceitos compreendidos e empregados pela grande maioria de arqueólogos/as. As transformações pelas quais passam os contextos com remanescentes humanos também foram alvo de estudos conduzidos por especialistas forenses (Bass, 1995), bioantropólogos/as ou bioarqueólogos/as, e os resultados vêm contribuindo significativamente para a compreensão dos sepultamentos arqueológicos (Buikstra & Ubelaker, 1994; T. White & Folkens, 2000). Tanto na arqueologia quanto nas disciplinas forenses, há busca pela compreensão sobre quais agentes/ações interferem nos contextos após a deposição de um corpo em um determinado local e quais os resultados dessas ações proporcionaram o estabelecimento de um consenso sobre as etapas imprescindíveis para as análises em campo, observável pela multiplicação do número de manuais disponíveis para arqueólogos/as, bioarqueólogos/as, antropólogos/as forenses etc. (Bass, 1995; Ubelaker, 1999; Renfrew & Bahn, 1991; Coles, 1973; Dupras et al., 2006; Buikstra & Ubelaker, 1994; entre outros). Um elemento em comum nesses manuais e nas pesquisas originadas a partir da nova arqueologia dos anos 1970 (Trigger, 1989) é a necessidade de se entender o ambiente e o impacto das ações humanas através de experimentações. Através dos experimentos, busca-se identificar e avaliar as variáveis a serem consideradas. Entretanto, tendo em vista a enorme variedade de contextos ambientais e antrópicos existentes, não é possível elaborar uma lista de procedimentos universal. Para que interpretações arqueológicas ou

forenses tenham validade, é preciso conhecer cada região e, no caso da esfera ambiental, os agentes em potencial devem ser mapeados.

Binford (1991), no texto clássico "Em busca do passado: a descodificação do registo arqueológico", propõe um estudo etnoarqueológico voltado para a compreensão da formação de contextos atuais e o uso de analogias (Ascher, 1961) para entender o registro arqueológico. A partir da sua premissa, o objeto da arqueologia seriam os sistemas culturais em si e, para estudá-los, seria necessário reconstituir a história de 'vida' dos objetos, entendendo a interpretação social do vestígio, de suas associações e os processos pelos quais cada contexto passa, de modo que estes sejam demonstrados, e não presumidos (Binford, 1981). Muitas críticas foram direcionadas às interpretações geradas por essa abordagem, visto que a mesma não considerava as particularidades sociais e históricas de diferentes sociedades (Hodder & Hutson, 2003). Contudo, as propostas metodológicas (por exemplo, experimentações) se mostraram ferramentas interessantes e ainda muito utilizadas.

Na paleontologia, o conceito de tafonomia foi definido inicialmente por Ivan Efremov, nos anos 1940, com intuito de entender os processos de fossilização em contextos paleontológicos (Efremov, 1940 citado em Haynes, 1997). A tafonomia pressupõe que os processos estudados sejam uniformes quando considerados os processos acontecendo na superfície do planeta Terra (de acordo com o conceito de 'uniformitarismo'). Isto é, independentemente do tempo e do espaço, as leis naturais sendo constantes, o resultado de uma ação natural será sempre o mesmo (Bissaro Júnior, 2008, p. 14). Essa premissa é essencial para a idealização e a realização de experimentos nas disciplinas que estudam o comportamento de vestígios orgânicos e inorgânicos depositados no solo (paleontologia, arqueologia, antropologia forense, pedologia etc.). Tal princípio nos permite inferir sequências de eventos ocorridos no passado através de elementos que podem ser observados no presente (Martin, 1999). Mesmo se as sequências não puderem ser comprovadas, já que há impossibilidade de ver os eventos



no passado, o uso da analogia e as pesquisas em 'atualismo' podem levar à dedução de alguns processos (Gifford-Gonzales, 1989). Ademais, como aponta Tappen (1994), o princípio do atualismo requer que questões ambientais sejam consideradas em todos os experimentos, visto que ambientes diferentes se comportam de maneiras distintas.

Segundo Coles (1973), a arqueologia experimental fornece uma pista, um caminho, para o pensamento arqueológico acerca do comportamento humano no passado, e as observações regionais permitem entender processos específicos em determinadas localidades (E. White & Hannus, 1983; Tappen, 1994, p. 667; Nielsen-Marsh et al., 2000). Os métodos elaborados se baseiam nas relações processo-padrão análogos e nas observações de processos de formação de sítios atuais (Marshall, 1989) para compreender sítios antigos (Gifford-Gonzales, 1989). A arqueologia experimental ainda é uma linha de pesquisa pouco explorada na Amazônia e, como em grande parte do mundo, os poucos estudos existentes são voltados principalmente para materiais cerâmicos e líticos, que são mais abundantes na região¹.

Voltando ao âmbito específico da bioarqueologia, da arqueologia da morte ou da antropologia forense, ao longo das últimas décadas, tem-se desenvolvido uma série de pesquisas voltadas para a análise dos processos de decomposição e de movimentação de remanescentes humanos depositados/sepultados (Duday, 2005; Haglund & Sorg, 2002; Roksandic, 2002; Souza et al., 2001; Souza & Rodrigues Carvalho, 2013; Rapp Py-Daniel, 2009). As informações obtidas através de diferentes pesquisas vêm sendo, ao longo desses anos, incorporadas

a manuais (ver Bass, 1995; Buikstra & Ubelaker, 1994; T. White & Folkens, 2000; Dupras et al., 2006). Grande parte dos elementos tidos como referências para as interpretações nos contextos arqueológicos e forenses envolvendo materiais ósseos humanos provém de observações realizadas em contextos de experimentação ou de detalhadas observações durante a escavação e a desmontagem² dos ossos em contextos arqueológicos. Entretanto, até o presente, são desconhecidas, pelas autoras, publicações de trabalhos desenvolvidos em região amazônica voltados para a experimentação de processos tafonômicos envolvendo materiais ósseos enterrados e reproduzindo contextos arqueológicos; ou seja, as particularidades da região ainda são pouco conhecidas nessa literatura específica. O presente trabalho se propôs a realizar experimentos com remanescentes ósseos não humanos, com o intuito de avaliar o comportamento das variáveis comumente citadas como relevantes para a compreensão dos processos tafonômicos em outras regiões e, a partir desses resultados, pensar na aplicabilidade dos resultados para a interpretação dos contextos arqueológicos amazônicos.

O experimento foi realizado em uma pequena área do sítio arqueológico Porto³, localizado na Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), *campus* Tapajós, município de Santarém, Pará. O local encontra-se parcialmente perturbado devido a processos recentes de urbanização (o *campus* é ocupado há várias décadas por diferentes instituições públicas), como a movimentação do solo e o descarte de lixo orgânico e inorgânico. Ainda assim, a presença de Terra Preta de Índio (TPI) ou Terra

¹ A abundância do material e o desenvolvimento dos estudos sobre cerâmica e lítico podem ser vistos através da quantidade e da qualidade da bibliografia produzida desde o final do século XIX. Como veremos adiante, os experimentos em âmbito forense encontrados na região são voltados para estudos de insetos.

² Empregamos o termo desmontagem seguindo a nomenclatura adotada por Rapp Py-Daniel (2009, 2015), Solari et al. (2012) e Magalhães et al. (2018). O termo se relaciona ao fato de que os/as arqueólogos/as não simplesmente recolhem material ósseo, mas desmontam os contextos arqueológicos através da escavação. No caso de um enterramento (humano ou animal) ou um bloco com um sepultamento, o esqueleto é 'desmontado' para poder ser recolhido.

³ A quase totalidade do sítio Porto foi liberada para construção através de diferentes projetos de resgate (Schaan & Alves, 2015; Moraes et al., 2019). Entretanto, como uma parcela significativa do sítio se encontra dentro do *campus* da UFOPA, ela vem sendo palco de desenvolvimento de diferentes pesquisas arqueológicas desde 2011.

Preta Antropogênica (TPA) é significativa, mesmo que a presença de fragmentos cerâmicos e líticos seja pouco evidente no local do experimento. Algumas características da TPA serão apresentadas posteriormente.

AS PRINCIPAIS VARIÁVEIS ANALISADAS

As variáveis consideradas para o experimento idealizado neste estudo foram elencadas a partir dos resultados obtidos em outros países, mas que viraram referência para compreensão do registro arqueológico. Assim, um dos principais estudos utilizado como referência foi o experimento conduzido por Behrensmeyer (1978). Nesse artigo, a pesquisadora buscou entender quais elementos levavam a maior ou menor degradação do material ósseo faunístico em contexto tropical africano, em um intervalo relativamente curto de tempo (restos de carcaças de menos de 15 anos). Um de seus principais resultados reforça as premissas dos estudos paleontológicos, anunciados desde Efremov (1940): quando em meio aberto, é necessário algum evento de soterramento para que as estruturas ósseas se preservem, pois a exposição às intempéries acelera o processo de decomposição⁴.

Além do estudo de Behrensmeyer (1978), utilizou-se o livro "Soil analysis in forensic thaponomy: chemical and biological effects of buried human remains" (Tibbett & Carter, 2008) como elemento norteador. Em especial, dois capítulos, o de Fitzpatrick (2008), "Nature, distribution, and origin of soil materials in the forensic comparison of soils", e o de Carter e Tibbett (2008), "Cadaver decomposition and soil: processes", serviram como baliza para interpretação dos resultados. Nesses estudos, os autores buscaram avaliar os ambientes de enterramento de corpos humanos dentro de contextos forenses, considerando principalmente a variável solo. O uso de estudos experimentais de tempo reduzido (inferior a cinco

anos) foi particularmente interessante no nosso caso, pois todos os experimentos apresentados estão compreendidos num curto intervalo temporal (até dois anos).

Assim, usamos três variáveis para observar a movimentação dos ossos, o estado de decomposição dos ossos e eventuais invólucros. São elas as características do solo, a presença de insetos e a temperatura/umidade.

SOLO

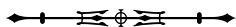
Conforme aponta Fitzpatrick (2008, p. 1), ao se falar em solo, diferentes profissionais têm em mente uma variedade de definições para o termo. No presente estudo, considerou-se essas variações para refletir sobre o dinamismo do solo e as suas possíveis alterações ao longo do tempo, visto que as características físicas e químicas de um determinado solo influenciam na decomposição e na preservação de materiais orgânicos⁵. Todavia, sabemos que o tipo de impacto pode se alterar ao longo do tempo, dependendo do estado do material observado e de mudanças no próprio solo. Em sítios arqueológicos, as alterações do solo são particularmente perceptíveis e as análises das características físicas e químicas indicam, muitas vezes, transformações significativas das camadas originais, em função das ocupações, o que, por sua vez, está diretamente relacionado a preservações diferenciadas dos vestígios⁶. Exemplos de atividades que levam a alterações do solo são: as ações naturais relacionadas a atividades de animais e plantas (cupins, vermes, tatus, formigas, raízes etc.); as ações antrópicas relacionadas ao uso do solo, que podem, ou não, estar relacionadas ao evento de enterrar um indivíduo ou vestígio arqueológico (por exemplo, escavação de sepulturas, procedimentos agrícolas, plantação, processamento de alimentos e fertilização do solo) (Fitzpatrick, 2008).

Para além da questão de um solo estar ou não alterado, o próprio solo e as estruturas vivas presentes nele são as principais fontes de preservação e de deterioração

⁴ O trabalho de Behrensmeyer (1978) foi além dessa constatação, criando um sistema de avaliação por estágio de decomposição por exposição aos elementos naturais (*weathering*).

⁵ Elementos inorgânicos também são influenciados pelo solo (Fitzpatrick, 2008).

⁶ Para estudos específicos sobre solos antropogênicos na Amazônia, ver Teixeira et al. (2009).



de elementos orgânicos (Behrensmeier, 1978; Tappen, 1994; Lessa, 2017). Na Amazônia, o principal tipo de solo onde encontramos elementos ósseos preservados, mesmo em distintos graus de conservação, são a TPI ou a TPA mencionadas anteriormente. Os principais elementos que fazem com que a TPI se diferencie dos solos adjacentes são: grande quantidade de carbono de origem pirogênica; presença de cinzas; ação do fogo diretamente sobre o solo; grande quantidade de objetos produzidos por assentamentos longos e numerosos; presença de quantidades significativas de cálcio, fósforo e outros elementos químicos, que são tidos como importantes para as plantas; solo menos ácido (pH variando entre 4,5 e 6,5) do que o adjacente.

Quais características dos solos levam a uma maior ou menor preservação é questão de debate entre especialistas, e diferentes experimentos e observações vêm sendo realizados no sentido de entender se há uma hierarquia dos elementos e quais as condições mínimas para garantir a durabilidade do material orgânico no solo. Lessa (2017, p. 238) aponta para a acidez como principal elemento para preservação da hidroxiapatita (parte mineral dos ossos), pois um solo alcalino permitiria que a mesma permanecesse estável, enquanto que um solo ácido dissolveria a estrutura. Entretanto, a quantidade de CO₂ num contexto alcalino também poderia influenciar a preservação e alterar a reação. Enquanto isso, Nielsen-Marsh et al. (2000, pp. 448-449) estimam que a presença de água, chuva ou lençol freático seria o elemento essencial para entender os processos de decomposição de material ósseo, visto que um ambiente líquido é necessário para a maior parte das interações químicas. É interessante também pensar na criação de microambientes únicos, como o costume de colocar ossos limpos e secos dentro de urnas em abrigos, fazendo com que esses ossos aparentemente tivessem uma melhor preservação (Lessa, 2017, p. 239; Rapp Py-Daniel, 2015).

Em Teixeira et al. (2009), há uma série de artigos sobre a variabilidade das TPI, demonstrando que, apesar desses solos serem tidos como mais férteis e mais 'ricos',

existe uma grande variabilidade de TPI formada sobre matrizes argilosas, arenosas ou siltosas. A proporção de argilas, areias e siltes afeta diretamente a preservação do material ósseo e influencia a integridade da deposição original dos vestígios. Por exemplo, solos arenosos permitem maior penetração da água das chuvas, podendo levar à lixiviação, enquanto que solos argilosos tendem a se dilatar, diminuindo a velocidade do fluxo de água, mas, ao mesmo tempo, mantendo a umidade por um período mais longo; solos de preenchimento rápido, como areias de granulometria fina, permitem que os ossos permaneçam em seus locais de origem, enquanto que um solo que preenche lentamente o espaço deixado pela decomposição das partes moles permitirá maior movimentação do material, em função da própria gravidade (Duday, 2005; Rapp Py-Daniel, 2009).

PRESENÇA DE INSETOS

Assim como o solo, os insetos, também influenciam na decomposição de qualquer corpo após a morte (Fitzpatrick, 2008; Carter & Tibbett, 2008). Esses animais chegam muito rapidamente ao corpo, seja ele deixado em superfície ou enterrado (até uma determinada profundidade). Ademais, o corpo exposto com cortes ou feridas atrai insetos em maior quantidade, cujos ferimentos servem de portas de entrada (Carter & Tibbett, 2008). Do contrário, um corpo enterrado se encontra 'protegido', freando a chegada dos insetos e, por isso, retardando o processo de decomposição, com uma manutenção de elementos orgânicos e inorgânicos por períodos prolongados. Além disso, a presença de fauna pode causar maior ou menor movimentação dos elementos ósseos e o enterramento é um fator que controlará o acesso dos animais, inclusive os de grande porte (Tibbett & Carter, 2008).

Diferentes estudos forenses têm mostrado a interferência de uma série de insetos logo após a morte de um indivíduo, os quais são tanto necrófagos quanto insetos presentes no próprio ambiente (Pujol-Luz et al., 2008, p. 490). Para contextos em ambientes temperados, o uso desses seres para a determinação do momento da morte de

um indivíduo já está bem estabelecido (Bass, 1995), enquanto que em ambientes tropicais ainda há muitas discussões a respeito das espécies e dos momentos de atividade (Pujol-Luz et al., 2008). Tappen (1994) também afirma que, em contextos de floresta tropical africana, o impacto dos cupins sobre os ossos expostos é significativo, ou seja, os insetos não afetam somente as partes moles de um corpo.

Anjos (2001) desenvolveu um experimento na região Norte do Brasil, na área urbana de Belém, com quatro porcos, para verificar quais espécies de insetos poderiam contribuir para a discussão forense na região amazônica. Foi coletado um total de 195.940 artrópodes sobre as carcaças, sendo que os insetos de maior abundância foram das ordens Diptera e Coleoptera (moscas e besouros, respectivamente). As famílias mais presentes nas carcaças foram Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae, Stratiomyidae e Phoridae.

Em um estudo mais recente publicado por Ribeiro et al. (2017), voltado para a entomofauna cadavérica de suínos na região de Belém, Pará, no município de Curuçá, foram feitos experimentos com dois cadáveres de porcos, um no período de chuva e outro no período de seca. Como resultado, foi coletado um total de 1.329 insetos, pertencentes a nove ordens e 39 famílias, sendo que as famílias em maior quantidade também pertenciam às ordens Coleoptera e Diptera. As famílias da ordem Coleoptera mais abundantes foram Nitidulidae (50%), Scarabaeidae (36,02%), Tenebrionidae (7,79%) e Staphylinidae (4,03%). E as famílias da ordem Diptera foram Calliphoridae (75,28%), Phoridae (9,15%), Muscidae (7,55%) e Sarcophagidae (3,2%). Em relação às estações do ano, concluíram que os insetos foram mais presentes no período menos chuvoso, ou seja, no período de seca (Ribeiro et al., 2017).

TEMPERATURA E UMIDADE

A temperatura e a umidade são consideradas dois fatores extremamente influentes no processo de decomposição de

um corpo (E. White & Hannus, 1983), podendo acelerar ou, ao contrário, interromper o processo de deterioração de um elemento orgânico. A influência da temperatura é direta, mas também interfere no tipo de fauna que se desenvolve no ambiente (Morton & Lord, 2006). Behrensmeyer (1978), Tappen (1994) e muitos outros pesquisadores mencionam que quanto maior a variação de temperatura e de umidade, maior o impacto sobre a preservação dos ossos em contextos naturais, pois isso afeta diretamente a atividade microbiana. Mant (1950 citado em Carter & Tibbett, 2008) é referido pelo seu estudo de 150 exumações na Alemanha, no qual observou que os cadáveres enterrados no verão experienciaram uma maior taxa de decomposição do que aqueles enterrados no inverno. Morton e Lord (2006) também realizaram uma série de experimentos mostrando grandes diferenças entre os períodos de inverno e verão. Na Amazônia, não há inverno *strictu sensu*, e sim períodos com maior ou menor precipitação, cuja flutuação de temperatura é reduzida (Nobre et al., 2009). O volume de chuva em certos períodos do ano certamente influencia, mecanicamente, os processos de decomposição e a umidade elevada aumenta a proliferação de muitos microrganismos.

MATERIAIS E MÉTODOS

O desenho inicial deste estudo foi dividido em dois projetos de iniciação à pesquisa que posteriormente se transformaram em trabalhos⁷ desenvolvidos por um período superior a dois anos. As experimentações foram feitas com galinhas (*Gallus gallus domesticus*). A escolha desses animais se deu por várias razões: facilidade de acesso aos animais, tempo disponível para realização dos ensaios (animais grandes exigiram ensaios mais demorados), área desocupada para realização do experimento e facilidade de manuseio. Apesar da estrutura óssea das aves ser diferente da dos mamíferos, quando levadas em consideração a densidade e a proporção de osso compacto

⁷ Os resultados aqui apresentados são oriundos de dois trabalhos de conclusão de curso (Santos, 2018; Pinto, 2018).

e esponjoso, a estrutura é muito parecida (hidroxiapatita, colágeno e água), mudando somente o tamanho e o formato dos cristais de acordo com as espécies e as idades (Nielsen-Marsh et al., 2000), o que nos permite elaborar comparações. Ademais, como o interesse era testar as principais variáveis descritas na bibliografia (por exemplo, tipo de solo, profundidade de deposição, ação de fauna, temperatura etc.) considerando a realidade amazônica, e não reproduzir contextos de sepultamento *stricto sensu*, priorizou-se a aquisição de resultados o mais rapidamente possível. Ademais, o uso de porcos, mais comum nos experimentos replicando sepultamentos, traria dificuldades de aquisição, além de prolongar os experimentos⁸.

As aves utilizadas estavam pré-tratadas (sem penas e sem os órgãos internos) e tinham idade aproximada de 40-45 dias. Partimos do pressuposto de que as aves evisceradas teriam uma fauna bacteriana menor do que as recém-abatidas, o que pode ter atrasado o processo de decomposição. Outro ensaio deverá ser desenhado para testar essa hipótese. Foram observadas as movimentações dos ossos a partir da decomposição, da interação dos

elementos ósseos com o ambiente adjacente e da influência dos invólucros. Ao total, foram dez experimentos enterrados e um deixado em superfície, entretanto somente nove serão apresentados aqui; dois permanecem enterrados para compararmos os resultados de ensaios em intervalos de tempo maiores em outro momento.

A metodologia aplicada no experimento foi dividida em etapas: 1) aquisição dos materiais (aves e materiais de acompanhamento: cestaria de fibra vegetal, panela de cerâmica, tecido de algodão e rede de tecido sintético com malha de 2 mm); 2) medidas e atribuição de identificação aos ensaios; 3) delimitação do local, seguida da abertura dos buracos e do enterramento dos materiais; 4) escavação dos experimentos; 5) trabalho em laboratório (análise/descrição, comparação e limpeza dos ensaios).

Na Tabela 1, estão dispostos todos os ensaios com suas respectivas características, local de deposição e intervalo de tempo entre deposição e escavação.

Cada um dos ensaios apresentou especificidades nas escolhas das variáveis. No ensaio A, o espécime foi deixado em uma superfície controlada, pois o intuito era de

Tabela 1. Organização dos ensaios. Observar que alguns ensaios ainda estão enterrados.

Ensaio	Tipo de invólucro	Número atribuído ao buraco	Profundidade do buraco	Data do enterro/exposição	Data da escavação	Tempo decorrido entre deposição e escavação
A	Nenhum	Exposta	-	26/08/16	13/12/16	3/4 meses
B	Nenhum	2	50 cm	26/08/16	13/12/16	3/4 meses
C	Nenhum	7	100 cm	26/08/16	08/08/18	24 meses
D	Pano 1	5	57 cm	26/08/16	07/03/17	6/7 meses
E	Pano 2	8	100 cm	26/08/16	Não escavada	-
F	Rede de mosquito 1	9	100 cm	26/08/16	Não escavada	-
G	Rede de mosquito 2	4	50 cm	26/08/16	09/03/17	6/7 meses
H	Cestaria 1	3	50 cm	26/08/16	04/08/17	11/12 meses
I	Cestaria 2	10	98 cm	26/08/16	12/09/17	12/13 meses
J	Panela 1 sem tampa	6	100 cm	26/08/16	06/11/17	14 meses
K	Panela 2 com tampa	1	50 cm	26/08/16	18/09/17	12 meses

⁸ A autora Rapp Py-Daniel conduz atualmente um experimento com uma porca adulta, morta de ataque cardíaco e doada por um suinocultor. Após mais de um ano de enterramento, em solo extremamente arenoso, ácido e com pouco teor de Ca, P e K, o experimento ainda continha grandes quantidades de gordura, impossibilitando a escavação para observação de movimentação.

compará-lo aos contextos enterrados (com e sem invólucro) e aos experimentos descritos na bibliografia. Visto que os principais animais carniceiros na região são de porte médio (cachorro, mucura e urubu) e que os mesmos poderiam causar a destruição total do contexto estudado, optou-se por retirá-los da análise e observar a ação de animais de pequeno porte (principalmente insetos), que é um fator propulsor no estágio de decomposição (Ross & Hale, 2018, p. 296). Isso se fez através de uma proteção com um balde. O local do experimento foi um quintal arborizado plano. Nos ensaios B e C, os espécimes foram enterrados em contato direto com o solo, em covas de 50 cm e 100 cm de profundidade respectivamente, com diâmetro variando de 30 a 40 cm (medida válida para todas as covas). Nos outros ensaios, invólucros foram adicionados, em alguns casos cobrindo completamente as aves (pano, mosquitoireiro e panela com tampa) e em outros sendo posicionados principalmente abaixo delas (por exemplo, cestarias e vaso sem tampa). As covas foram abertas num local com árvores de médio/grande porte com muitas folhas em superfície (a mesma descrição é válida para os ensaios de B a K). Ao serem abertas, as covas possuíam uma grande quantidade de raízes e o solo estava levemente compactado. No caso do ensaio A, tendo em vista a necessidade de acompanhamento diário e contínuo, o exemplar foi depositado num quintal arborizado próximo à casa de uma das autoras, sendo os contextos climáticos (temperatura e umidade) e faunísticos os mesmos do *campus* Tapajós.

Na Figura 1, há uma planta baixa com a localização dos enterramentos (ensaios B a K). A distância entre cada ensaio foi de aproximadamente três metros, sendo necessário desviar de raízes e de solos muito compactados. Cada local de enterramento recebeu um número, e as fotos na Figura 1 são dos exemplares colocados nas suas respectivas covas. A realização do mapa foi um passo

importante para não perdermos a localização, pois a área é arborizada e há deposição de folhas constantemente. Entretanto, apesar da planta baixa, foram feitas observações de contexto para verificar se os locais de depósito continuavam perceptíveis após os diferentes intervalos entre as deposições e as escavações. Assim, avaliamos que as melhores variáveis em superfície para identificação desses locais foram: inversão do solo; depressão no local onde foi feito o buraco; e maior acúmulo de folhas secas.

Na Figura 2, é possível observar onde foram feitos os experimentos em relação ao *campus* da universidade.

Para as leituras dos enterramentos, foi utilizado um protocolo de escavação, adaptado por Santos (2018) e Pinto (2018), definido a partir de Rapp Py-Daniel (2009), Buikstra e Ubelaker (1994), Dудay (2005), Dupras et al. (2006), Haglund e Sorg (2002), Roksandic (2002) e Ubelaker (1999).

Baseando-se no protocolo, foram enfatizadas principalmente as observações relacionadas à movimentação e à preservação dos ossos, assim como os invólucros, que estão sendo trabalhados com maior detalhamento por A. P. Pinto, no manuscrito em preparação intitulado “Conservação de materiais associados a contextos de enterramento na Amazônia”:

1. Interpretação da posição original de deposição do corpo ou dos ossos a partir da escavação;
2. Identificação de processos de decomposição e instabilidades criadas durante a escavação (Figura 3);
3. Identificação de efeitos de delimitação (efeito de parede) e os espaços vazios dentro da cova;
4. Identificação do tipo de preenchimento da cova (rápido ou lento);
5. Identificação dos processos tafonômicos (fatores internos e externos⁹) que causaram alterações na estrutura óssea ou nos materiais de acompanhamento.

⁹ Nos diferentes textos utilizados para a elaboração do protocolo, foram sempre elencados fatores internos ou intrínsecos aos corpos (por exemplo, peso do indivíduo, doença prévia, morte etc.) e fatores externos ou extrínsecos (tipo de solo, diferentes agentes naturais etc.). Na maior parte dos casos, as ações antrópicas são apresentadas separadas (tratamento do corpo, tipo de deposição etc.). As informações estão sistematizadas em Rapp Py-Daniel (2015).

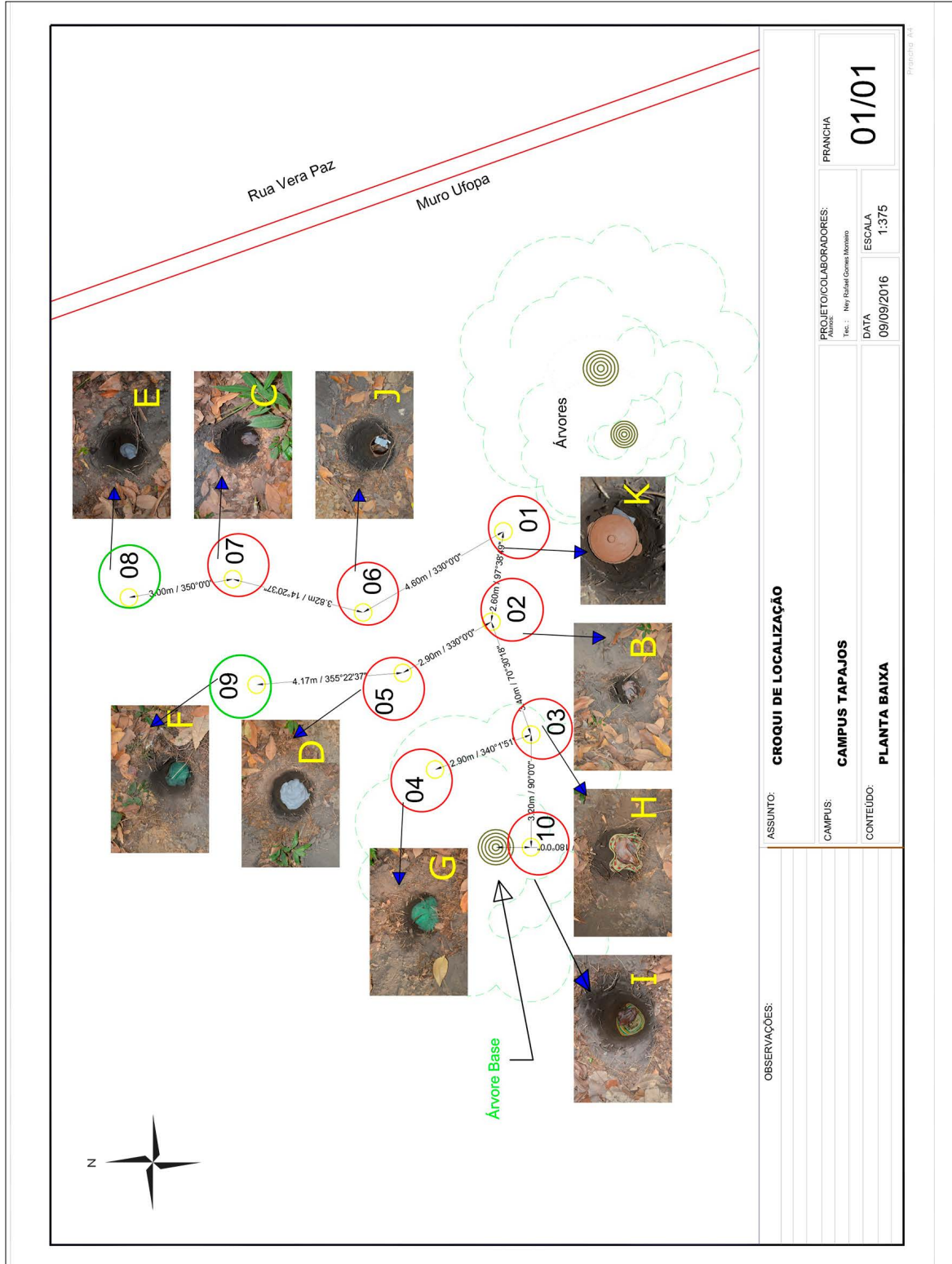


Figura 1. Planta baixa mostrando a localização, a numeração dos buracos e os ensaios enterrados nos respectivos buracos. O buraco 9, circulado em verde, ainda não foi escavado. Mapa: Ney Rafael Gomes Monteiro (2016).

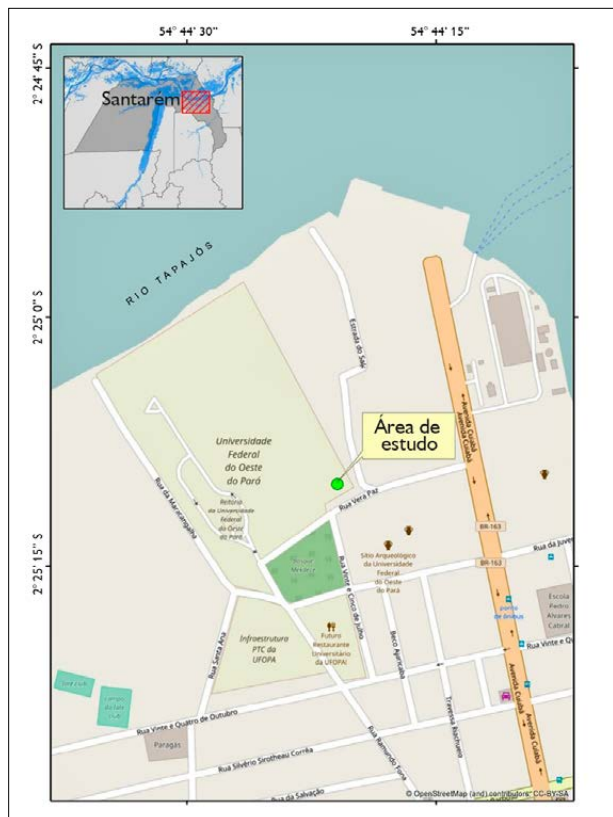


Figura 2. Mapa da área onde foi realizado o experimento, próximo ao laboratório de arqueologia Curt Nimuendajú 1 – *campus* Tapajós da UFOPA. Mapa: Ney Rafael Gomes Monteiro (2018).

Análises de solo foram realizadas para auxiliar na compreensão de alguns elementos (tipo e acidez do solo, nutrientes presentes no solo antes e depois da deposição dos ensaios etc.), abaixo e ao lado do local de enterramento dos ensaios. Elas foram feitas pelo Laboratório de Análises de Solo, Adubo e Foliar (LASAF) da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), *campus* universitário de Alta Floresta. Essas análises, definidas a partir da bibliografia de referência, são importantes na caracterização do solo e na avaliação de sua fertilidade. Nesse caso, não é a fertilidade em si que nos interessa, e sim avaliar o comportamento das plantas na presença de quantidades maiores ou menores desses elementos. Ademais, como muitos autores trabalhando com as TPA amazônicas apontam



Figura 3. Processo de escavação e análise do ensaio, em laboratório (ensaio C). Foto: Suiane Sousa e Alba Pinto (2018).

(ver Teixeira et al., 2009), há trocas intensas entre o solo e eventuais materiais que possuam esses elementos.

Ao depositar as aves, foi registrado o posicionamento de cada uma, com intuito de verificar como ocorreriam as movimentações nos diferentes ensaios; ademais, deixamos as patas colocadas no interior das mesmas para avaliar possíveis deslocamentos, mas nesse caso essas patas devem ser vistas como elementos acompanhando o corpo, e não como parte do mesmo. Na seção de Resultados, onde descrevemos os ensaios, os termos 'efeito de parede' e 'espaços vazios' serão constantemente mencionados. De acordo com Duday (2005), a identificação de efeitos de parede em sepultamentos é feita pela constatação de elementos ósseos em posições instáveis, que podem ter permanecido assim por estarem apoiados numa estrutura

de decomposição diferenciada, e não necessariamente numa parede. Contudo, os espaços vazios estão relacionados a espaços não preenchidos no momento do enterramento e/ou por espaços criados pela decomposição de partes moles. Nesses casos, a gravidade exerce o seu 'peso' e causa movimentação dos ossos.

Outro termo utilizado nas descrições foi o de 'proximidade anatômica'. Usou-se o termo quando os ossos não estavam mais articulados, mas se encontravam próximos anatomicamente, podendo indicar a direção da movimentação durante a decomposição das partes moles (músculos, órgãos etc.).

O trabalho em laboratório consistiu principalmente na análise/descrição e na limpeza dos ossos. Foram feitas fotografias e também fotos croquis da disposição dos ossos (Figura 4), onde cada elemento escavado foi localizado e numerado. Logo após as descrições, foram feitos os procedimentos curatoriais mais correntes (limpeza dos ossos usando água e álcool, secagem e guarda).

RESULTADOS

A seguir, são dispostas as descrições de cada um dos ensaios escavados (dois ensaios ainda estão enterrados e não serão apresentados aqui). Como mencionado, todas as aves foram medidas e pesadas, as quais apresentavam praticamente o mesmo peso e tamanho. Essas proximidades fizeram com que eliminássemos essas



Figura 4. Foto croqui do ensaio (ensaio G). Foto: Suiane Sousa e Alba Pinto (2017).

duas variáveis das nossas análises, pois, como apontam Ross e Hale (2018), tamanho influencia no tempo de decomposição. Antes das descrições, vamos apresentar alguns dados ambientais obtidos ao longo dos anos de 2016 a 2018 e que influenciaram nos contextos estudados.

Os resultados das análises de solo mostram uma constante na acidez, sempre ácido (Tabela 2). Na Tabela 3, temos os resultados de análises para cálcio, potássio e fósforo, onde é possível constatar algumas alterações após o enterramento das aves que parecem relacionadas à decomposição das mesmas, como aumento no pH do solo e a maior presença de potássio (K) na maior parte dos ensaios. Outros resultados não foram tão conclusivos.

Tabela 2. Resultados de acidez obtidos e de granulometria. Na segunda e terceira colunas, o primeiro valor é a medida feita em água, e a segunda, em uma solução de CaCl_2 . As análises foram feitas pelo LASAF.

Ensaio e localização	Resultados da coleta abaixo dos ensaios (água/ CaCl_2)	Resultado das coletas próximas aos ensaios (mas sem contato) (água/ CaCl_2)	Areia (primeiro valor abaixo do ensaio, segundo ao lado)	Silte (primeiro valor abaixo do ensaio, segundo ao lado)	Argila (primeiro valor abaixo do ensaio, segundo ao lado)
Ensaio K - buraco 1	pH: 4,5/3,8	pH: 4,4/3,8	723/706	32/27	245/268
Ensaio G - buraco 4	pH: 4,5/3,9	pH: 4,5/4,0	709/733	23/24	268/243
Ensaio D - buraco 5	pH: 4,2/3,9	pH: 4,5/3,9	711/737	22/46	268/218
Ensaio I - buraco 10	pH: 4,8/4,0	pH: 4,5/3,9	758/707	25/54	218/240
Ensaio J - buraco 6	pH: 5,1/3,9	pH: 4,8/4,0	725/775	25/50	250/175

Tabela 3. Resultado das análises de solo K (mg/dm³), K (cmol/dm³), Ca e P. O primeiro resultado corresponde aos dados coletados embaixo dos ensaios, ou seja, influenciados pela decomposição, enquanto que o segundo valor é para o solo próximo, mas não influenciado pelos ensaios. As análises foram feitas pelo LASAF.

Ensaio e localização	Resultados para potássio (K mg/dm ³) abaixo dos ensaios/ao lado dos ensaios	Resultados para cálcio (Ca) abaixo dos ensaios/ao lado dos ensaios	Resultados para potássio (K cmol/dm ³) abaixo dos ensaios/ao lado dos ensaios	Resultados para fósforo (P) abaixo dos ensaios/ao lado dos ensaios
Ensaio K - buraco 1	24/11	0,40/0,29	0,06/0,03	98,9/101,9
Ensaio G - buraco 4	4/4	0,10/0,23	0,01/0,01	49,4/74,2
Ensaio D - buraco 5	13/6	0,13/0,14	0,01/0,02	52,4/25,5
Ensaio I - buraco 10	7/4	0,27/0,08	0,02/0,01	59,2/41,9
Ensaio J - buraco 6	19/9	0,09/0,40	0,05/0,02	21,0/27,0

O fato de o solo ter uma fração de areia muito importante, como pode ser observado na Tabela 2, nos indica que a percolação da água, principalmente no período das chuvas, e possível lixiviação são elementos importantes. Nem todos os ensaios tiveram os solos analisados, mas, observando a constância dos dados até o presente e a proximidade dos enterramentos, não são esperadas grandes alterações, se outros ensaios forem analisados. Na Tabela 3, os resultados dos ensaios K e J devem ser interpretados considerando-se a presença do material cerâmico envolvente. As alterações de fósforo (P) mais significativas são dos ensaios envolvidos em pano de algodão, rede de mosquiteiro e palha, contudo não sabemos explicar as inversões no ensaio G.

O período em que os espécimes foram enterrados, ou deixados em superfície, correspondia ao período de seca, ou verão tropical. As escavações foram realizadas no período de verão, com menor precipitação (intervalos de 3 e 12 meses), e inverno, com maior precipitação (intervalo de 6 meses). Conforme a Figura 5, podemos acompanhar o desenvolvimento da precipitação durante os anos de 2016 e 2017. A Tabela 4 nos mostra uma média das temperaturas em Santarém. A Figura 6 apresenta a umidade relativa do ar durante o ano de 2018, que se assemelha aos outros anos; nela, podemos observar que a umidade é continuamente

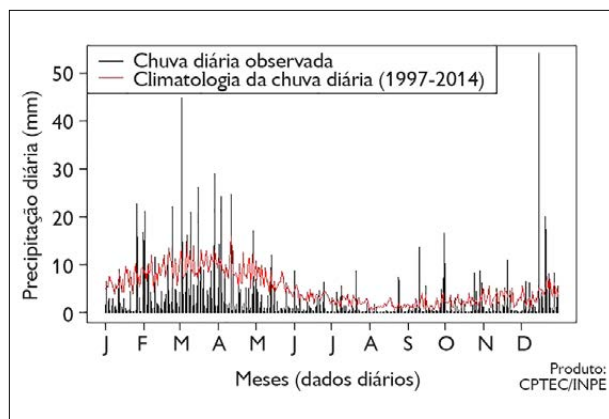


Figura 5. Os dois gráficos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) mostram a precipitação (chuva) ao longo dos anos 2016 e 2017 na região 28 do instituto. Nesta região, está incluído o município de Santarém, Pará. Através desses gráficos, podemos perceber que a concentração das chuvas acontece no primeiro semestre. Fonte: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2016).

elevada ao longo do ano e com poucas variações. A associação de altas temperaturas com a presença de quantidades extremamente significativas de água (chuva) é um fator que leva a uma decomposição acelerada, principalmente de indivíduos de pequeno porte (Ross & Hale, 2018).

As descrições a seguir foram feitas de maneira comparativa, considerando as diferenças e as semelhanças dos nove contextos estudados, acompanhados ou não de invólucros.

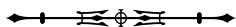


Tabela 4. Média de temperaturas mínimas e máximas, assim como média das precipitações para a cidade de Santarém, Pará. Observar que o início do experimento se deu nos meses mais quentes e secos do ano. Fonte: Climate-Data.org. (n.d.).

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temp. média (Celsius)	25,8	25,4	25,5	25,6	25,4	25,3	25,3	26,1	26,7	26,9	26,7	26,4
Temp. mínima (Celsius)	21,8	21,7	21,9	22	21,7	21,1	20,6	21,1	21,6	21,9	22	21,9
Temp. máxima (Celsius)	29,9	29,2	29,2	29,3	29,2	29,5	30,1	31,1	31,8	32	31,8	31
Chuva (mm)	229	296	388	385	293	138	97	51	33	40	67	133

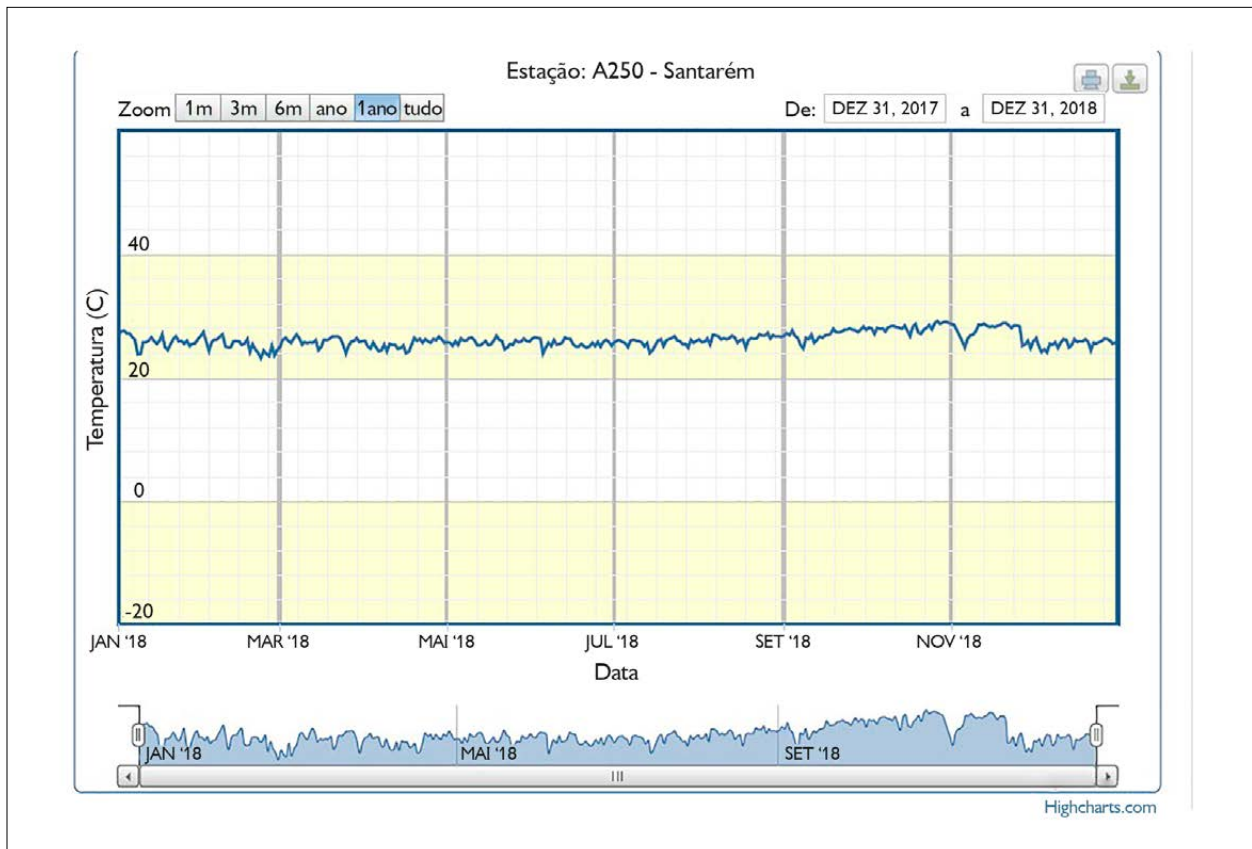


Figura 6. Umidade do ar ao longo do ano de 2018. Apesar de haver queda a partir do mês de setembro, a umidade sempre ficou acima de 65%, ou seja, ela sempre foi alta, o que é esperado para regiões amazônicas. Infelizmente o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) não disponibilizou um gráfico similar para os anos de 2016 e 2017. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (2017-2018).

No ensaio A, o contexto foi acompanhado por três meses e três semanas, correspondendo ao tempo necessário para a decomposição total dos tecidos moles. Como o ensaio se realizou em superfície, a movimentação dos ossos foi constante; as principais causas identificadas foram vento, chuva e animais (insetos variados, formigas, besouros e pequenos roedores, como um rato). Descartamos a presença de animais de médio porte.

A presença de moscas durante a decomposição foi contínua. As observações foram feitas num intervalo de dois a três dias, e comparadas com as anotações e fotos anteriores. Todos os elementos do corpo se movimentaram. Nas Figuras 7A e 7B, é possível observar as etapas de movimentação dos ossos, após o período de três meses e três semanas. Apesar de alguns ossos ainda se encontrarem no local onde havia sido deixado o espécime, não havia mais proximidade anatômica entre essas estruturas. Outros elementos ósseos se deslocaram até 20 cm do espaço de deposição original. Alguns ossos encontravam-se parcialmente enterrados; aparentemente, a movimentação dos animais, a chuva e o vento são os principais responsáveis. Nesse ensaio, a influência do elemento solo foi difícil de ser avaliada, pois ao final do experimento a maior parte dos ossos ainda estava em superfície. Em compensação, as outras variáveis atuaram tanto na decomposição quanto na reorganização das estruturas ósseas.

No ensaio B, a movimentação dos ossos foi mínima, os quais permaneceram muito próximos das suas posições originais. O corpo estava quase na posição de origem e o efeito de parede da própria cova, associado a um preenchimento rápido pelo solo, além da ausência de espaços vazios originários, causou essa situação. Parte dos ossos se desarticulou levemente, mas permaneceu em posição anatômica. Ainda foi possível encontrar alguns ossos completamente articulados e partes moles em processo de decomposição (por exemplo, presença de gordura).

No ensaio C, o espécime foi enterrado sem material envolvente, a um metro de profundidade, por 24 meses. A movimentação foi pequena, pois não havia espaços



Figura 7. A-B) Etapas de movimentação dos ossos. Verificar os ossos maiores em posição original. Fotografia realizada após três meses e uma semana de o espécime ter sido deixado em superfície, com movimentação significativa dos ossos. Foto: Suiane Sousa e Alba Pinto (2016).

vazios originários; o buraco e o espaço entre os ossos foram preenchidos rapidamente pelo solo. Nesse caso, observamos a ação intensa de raízes, que prenderam os ossos uns aos outros e, ao mesmo tempo, os quebraram. Foi interessante ver que as falanges do exemplar, colocadas dentro do espaço estomacal (esvaziado durante a limpeza), não se movimentaram, o que nos indica que, mesmo no momento da decomposição, o espaço interno do exemplar já devia estar preenchido e que os líquidos de decomposição gerados pelos músculos foram absorvidos rapidamente pelo solo. Outra observação interessante foi que alguns ossos (fêmur e fíbula) já tinham começado a se decompor, e apenas a tíbia permanecia intacta. Isso nos fez pensar que o contato com a variável 'solo' pelo período de dois anos, associado às raízes e à água da chuva, pode ter causado esse impacto, assim como sobre outros ossos. A cabeça e as vértebras cervicais também não foram encontradas.

No ensaio D, com espécime enterrado a 50 cm de profundidade em um tecido de algodão, verificou-se que o tecido utilizado como invólucro ficou parcialmente deteriorado após 6/7 meses. Havia presença de muitas

raízes, tanto no tecido quanto diretamente sobre os ossos. O espécime permaneceu próximo da posição original, havendo uma movimentação dos ossos pequenos, que parece ter sido ocasionada devido ao espaço vazio criado pela decomposição e sua maior permanência em função do invólucro. Também houve uma movimentação dos ossos longos (tíbia) do espécime em relação à caixa torácica. Mesmo que o tecido de algodão permitisse que os líquidos de decomposição saíssem rapidamente, os ossos permaneceram 'presos' ao local, mantidos pelo efeito de parede criado pelo pano, mas sua presença impactou no grau de movimentação dos ossos. Ademais, esse tipo de tecido guarda umidade por períodos mais prolongados, o que pode ter influenciado no processo de decomposição.

No ensaio G, com espécime enterrado envolto em uma malha sintética de 2 mm, a movimentação foi similar ao experimento anterior. O exemplar foi colocado em decúbito lateral, fazendo com que as costelas do lado esquerdo caíssem para a parte interna do espécime. O esterno virou para o lado direito, devido à decomposição. Uma grande diferença entre os ensaios D e G foi a integridade do invólucro. No caso da malha sintética (um polímero), a mesma estava intacta, suja, devido ao contato com o solo e com o espécime, mas completamente íntegra, enquanto o tecido de algodão apresentava maior deterioração, perceptível ao toque, decorrente do fato de raízes já terem causado rasgos no mesmo.

No ensaio H, com espécime enterrado sobre uma cestaria, não foi constatada grande movimentação, os espaços vazios foram todos preenchidos com o solo, que ficou diretamente em contato com os ossos. Alguns ossos se desarticularam, mas permaneceram em grande proximidade anatômica, e o espaço criado pela decomposição permitiu a movimentação dos ossos leves (carpometacarpo, falanges, costelas etc.). As falanges se movimentaram significativamente; elas estavam dentro da ave, onde parece ter se formado um espaço vazio significativo (associado à retirada das vísceras), e as falanges parecem ter 'flutuado' no líquido da decomposição. O invólucro feito de palha

(cestaria) também sofreu significativamente em contato com o solo e os líquidos de decomposição; boa parte estava se desfazendo ao toque (ver Figura 8).

O ensaio I é composto por um espécime enterrado sobre uma cestaria em contexto análogo ao ensaio H, no qual somente as variáveis de profundidade e o momento da escavação foram alterados, apresentando observações extremamente similares ao exemplar depositado sem invólucro. Os ossos se desarticularam, mas permaneceram em proximidade anatômica; os espaços vazios da cestaria foram preenchidos rapidamente com o solo, não havendo espaço para que os ossos se movimentassem. A integridade da palha foi análoga à do ensaio H.

O ensaio J, com espécime enterrado dentro de uma panela de cerâmica sem tampa, teve resultados significativamente diferentes do contexto do ensaio K (descrito a seguir). O espaço vazio da panela foi todo preenchido com solo; a movimentação dos ossos foi pequena,



Figura 8. Ensaio H no momento de escavação, o invólucro está se desfazendo ao toque. Foto: Suiane Sousa e Alba Pinto (2017).

com eles permanecendo próximos à posição original. O solo e a panela estabilizaram a movimentação dos ossos durante a decomposição das partes moles, não havendo espaço para eles se movimentarem.

As observações para o ensaio K, com espécime enterrado dentro de uma panela de cerâmica com tampa a 50 cm de profundidade, são completamente diferentes das outras. Este ensaio foi inspirado nos contextos de urnas funerárias¹⁰ com tampa. Mesmo a panela estando tampada, as raízes adentraram o vaso, ao ponto de ter se formado uma camada de raízes sobrepondo os ossos. Para proceder à análise dos ossos, sem mexer no contexto, foi necessário fazer a retirada das raízes minuciosamente (ver Figura 9).

Após retirar a camada de raízes, foi interessante observar o quão movimentados estavam os ossos. A tampa impediu que o solo entrasse na panela; assim, foi criado um microambiente com espaço para movimentação dos ossos. Outros fatores, além das raízes, parecem ter contribuído para a movimentação deles. Associados ao espaço vazio dentro da panela, temos os líquidos de decomposição, que ficaram aí retidos até que fossem absorvidos pela cerâmica. Este não deve ter sido um processo rápido, pois a panela tinha recebido um tratamento de impermeabilização com resina, o que é muito comum nos vasos domésticos e em um grande número de urnas amazônicas arqueológicas, que são vasos domésticos reaproveitados. Os ossos que permaneceram em suas posições originais estavam retidos pela saponificação da gordura, deixando os ossos desarticulados, mas 'presos' ao vaso.

Além de as raízes terem causado muitas perturbações, também se evidenciou o poder de 'destruição' das mesmas, pois, para acessar o conteúdo rico em nutrientes dentro do vaso (causado tanto pela decomposição do espécime quanto pela presença dos ossos), chegaram a quebrar o recipiente (Figura 10). Poucos manuais mencionam a intensidade da ação das raízes, sendo muitas vezes difícil avaliar o impacto



Figura 9. Camada de raízes sobrepondo os ossos; na tampa, há larvas mortas. Foto: Anne Rapp Py-Daniel (2017).



Figura 10. Rachadura na vasilha cerâmica causada pelas raízes. Foto: Suiane Sousa e Alba Pinto (2017).

que elas podem causar num contexto, contudo esses resultados nos permitem pensar na rapidez e na força dessa ação, mesmo de raízes pequenas, nos fazendo considerar que, a longo prazo, o impacto poderia ter sido bem maior.

Outro elemento distinto desse ensaio foi a presença de um grande número de larvas e casulos de insetos

¹⁰ Urnas funerárias em cerâmica são frequentemente encontradas em contextos amazônicos, seja porque eram muito utilizadas ou porque se preservaram melhor e, portanto, são mais fáceis de ser encontradas tanto por arqueólogos/as quanto por não arqueólogos/as (Rapp Py-Daniel, 2015).

(moscas e besouros), que tiveram tempo de se desenvolver por causa do espaço vazio permanente, mas que não chegaram à idade adulta. Esses insetos devem ter chegado no espécime antes de ele ser enterrado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A idealização do experimento apresentado buscou considerar as variáveis identificadas na bibliografia como responsáveis por alterações sobre ossos em contextos arqueológicos e forenses. Ademais, também observou as descrições para sepultamentos amazônicos (presença de urnas, invólucros feitos de palha – cestaria – e tecido). Algumas constatações foram feitas para outros ambientes, como o fato de o solo ser um dos principais influenciadores na decomposição e na conservação dos ossos (E. White & Hannus, 1983, p. 321; Behrensmeyer, 1978, p. 156; Carter & Tibbett, 2008, p. 42; Rapp Py-Daniel, 2009, p. 109).

Considerando os processos de movimentação, tivemos dois contextos distintos, onde o índice de movimentação foi mais significativo do que nos outros contextos, porém os processos tafonômicos atuantes foram diferentes. No primeiro caso, os processos tafonômicos responsáveis pela movimentação do ensaio A foi a ausência de limites físicos, associada às ações naturais, como chuva, vento e sol, e às ações de animais/insetos (ratos e formigas). O segundo caso refere-se aos processos atuantes no ensaio K, consistindo no espaço vazio criado pela tampa da panela de cerâmica, associado ao líquido de decomposição das partes moles da ave, o que, em um contexto impermeabilizado, não teve por onde escoar rapidamente, levando os ossos provavelmente a flutuarem até o líquido ser completamente absorvido. Além disso, havia presença de uma grande quantidade de raízes.

O solo, que possui uma fração arenosa importante, foi a principal variável que 'impediu' a movimentação dos ossos das aves enterradas, sendo que os espaços vazios foram preenchidos rapidamente. Ademais, os efeitos de parede criados pelo próprio solo também foram responsáveis pela 'estabilidade' dos ossos, fazendo

com que não se movimentassem para além de um determinado limite, o que foi o caso dos ensaios H, I, B, C e J. Um processo similar aconteceu com os ensaios D e G; todavia, nesses contextos, os espécimes estavam envolvidos em invólucros; assim, alguns ossos leves se movimentaram por conta do espaço vazio dentro dos materiais, mas não além.

Os ensaios A e B foram os dois primeiros contextos a serem estudados. Foi interessante ver o quanto eles se diferenciaram no quesito conservação. O ensaio B, por se encontrar num contexto fechado, seco (segunda metade do ano) e, apesar de arenoso (propenso a maior lixiviação), teve um maior índice de conservação, sendo possível encontrar gordura em decomposição no momento da escavação. Isso está em acordo com as constatações de Rodriguez e Bass (1983 citado em Carter & Tibbett, 2008, p. 38), que afirmam que a decomposição de cadáveres enterrados é mais lenta do que a de cadáveres expostos, devido à diminuição da temperatura e à atividade de insetos reduzida no enterro. Entretanto, o fato de estar enterrado não é o suficiente para garantir a preservação. Ao analisarmos os ensaios D, com espécime enterrado envolto no pano de algodão, e G, com espécime enterrado envolto na rede de mosquiteiro (material sintético), ambos enterrados na mesma profundidade e pelo mesmo período, observamos que, apesar de terem resultados parecidos no quesito movimentação, também tiveram diferenças na preservação dos ossos, em função do invólucro. Percebemos que os ossos do exemplar envolto em tecido de algodão se deterioraram mais intensamente, principalmente após a escavação. Os ossos encontrados no ensaio D permaneceram úmidos por muito mais tempo, o que demandou uma atenção suplementar para controlar os fungos que se proliferavam quando os ossos já estavam em laboratório, mesmo após a limpeza.

Contextos similares aos dos ensaios D e G são descritos nos estudos de Dудay (1986, 2005), nos quais a presença de um tecido influencia a movimentação

dos ossos, ao mesmo tempo que os restringe. Pensando na natureza do invólucro, Tibbett e Carter (2008) apontam para o fato de diferentes materiais orgânicos terem variadas velocidades de decomposição, sendo fibras vegetais mais duradouras do que as fibras dos tecidos musculares.

Os ensaios H e I, ambos enterrados sobre uma cestaria, mas em profundidades diferentes, mostraram pouca influência da profundidade em relação à preservação ou à movimentação. Os espaços vazios de ambos, tanto da cova quanto das cestarias, foram rapidamente preenchidos pelo solo, fazendo com que os ossos ficassem em proximidade. O estado das cestarias também estava muito parecido, indicando, possivelmente, que o impacto inicial do ambiente sobre a palha é o mesmo, não importando a profundidade. Não foi possível realizar um ensaio com uma cestaria que envolvesse todo o corpo das aves para ver se a movimentação e a preservação seriam análogas ao pano de algodão.

Por último, temos o ensaio C, com espécime enterrado a 1 m de profundidade durante dois anos. A movimentação, nesse caso, foi um pouco maior do que a do ensaio B, mas similar, apesar das profundidades distintas e das escavações realizadas em momentos diferentes. Interpretamos esse resultado da seguinte maneira: uma vez que o solo preencheu os espaços vazios, a posição dos ossos parece se manter após a decomposição das partes moles, não importando o período. Este resultado é interessante para pensarmos nos casos dos sepultamentos arqueológicos e no que pode levar à movimentação de ossos após a decomposição dos tecidos moles. Entretanto, o contato direto com o solo por período prolongado influenciou na deterioração dos ossos no ensaio C, o que se deve ao pH ácido do solo arenoso, associado a duas estações chuvosas (Nielsen-Marsh et al., 2000).

Na Amazônia, percebemos que boa parte dos elementos observados por trabalhos sobre sepultamentos está em consonância com os nossos dados. Contudo, um elemento aparece de maneira mais proeminente nos nossos estudos do que nos relatos observados: a influência das raízes. Esse elemento já havia sido considerado em

estudos sobre sepultamentos amazônicos (Rapp Py-Daniel, 2009, 2015), mas a constatação da velocidade de ação das raízes, associada à sua capacidade de quebra dos vasos cerâmicos nesse tipo de contexto, não havia sido atestada. Pensando na região onde nos encontramos e nos tipos de solos disponíveis, com poucos nutrientes, é normal pensar que as raízes se esforcem mais para acessar contextos que, como vimos pelas análises, ficam enriquecidos com a decomposição de material orgânico.

As implicações desses resultados para a arqueologia amazônica são várias:

1. Necessidade de considerar as diferentes velocidades de decomposição de vestígios orgânicos que podem compor um sepultamento. Eles podem causar impactos uns sobre os outros (aumentar níveis de perturbação ou acelerar a decomposição). Por exemplo, invólucros distintos (orgânicos ou inorgânicos) se decompõem em velocidades diferentes em relação aos ossos (Carter & Tibbett, 2008), podendo criar efeitos semelhantes a perturbações que não estão associadas a ações antrópicas;
2. A permanência de espaços vazios por períodos prolongados num contexto arqueológico (mesmo que em profundidade) pode causar tanto maior movimentação quanto criar um ambiente propício para a proliferação de raízes, que, por sua vez, também age sobre o contexto;
3. A existência de um invólucro causa movimentações diferenciadas dos ossos. Mesmo que esse invólucro venha a desaparecer, é possível constatar sua presença a partir da movimentação dos ossos. Essa constatação já é comum em outras partes do mundo (ver Duda, 2005; Janaway, 2008), mas ainda é rara nos contextos amazônicos;
4. O tipo de invólucro impacta a preservação dos ossos, mesmo após a escavação, e por isso precisa ser considerado no momento do acondicionamento.

A nossa principal referência para avaliação de processos de decomposição (Behrensmeyer, 1978) teve seus experimentos conduzidos em contextos análogos

a ambientes de savana. Por isso, buscamos observar os resultados de Tappen (1994, p. 667), em área tropical, cujo argumento central é de que, em contextos de florestas, a decomposição dos ossos expostos seria mais lenta do que em locais de savana. Todavia, a aplicabilidade dessa observação foi reduzida, visto que trabalhamos com um período curto de exposição e com ossos bem menos densos (Tappen observou ossos de elefantes).

Nesse momento, não nos aprofundamos nas observações sobre a conservação do material de acompanhamento (invólucro), pois essas informações deverão ser apresentadas em outro artigo, ainda em construção (“Conservação de materiais associados a contextos de enterramento na Amazônia”). Neste artigo, consideramos os invólucros na questão da movimentação dos ensaios e na sua capacidade de reter umidade, enquanto que o outro experimento observou como esses elementos se preservaram (ou não) durante o período do ensaio.

Durante a construção deste trabalho, tivemos dificuldades em função das poucas referências brasileiras (ou neotropicais) para experimentos, uma vez que os estudos normalmente são estruturados para contextos temperados. Por isso, ao final, seguimos tendo uma série de perguntas sobre o comportamento dos corpos no momento de enterramentos. Entretanto, esperamos fomentar uma discussão sobre a leitura de enterramentos arqueológicos, quiçá forenses. A compreensão dos contextos estudados reforça a necessidade de pesquisas experimentais múltiplas e em contextos comparáveis. Mutzenberg et al. (2015) afirmam que a atividade microbiana é um dos principais elementos para deterioração de elementos ósseos, todavia, essa foi uma variável importante que não tivemos condições de avaliar neste momento. Assumimos que a ação desses organismos (fungos e bactérias) foi análoga entre todos os ensaios enterrados, mas não sabemos até que ponto os invólucros influenciaram nessa ação. Também não sabemos se o ensaio deixado em superfície teve a presença de microrganismos distintos dos enterrados, provavelmente sim.

AGRADECIMENTOS

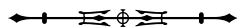
Agradecemos ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI); ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de iniciação científica (PIBIC); à Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), pela bolsa-auxílio de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC); à banca avaliadora, Myrtle Pearl Shock e Gustavo Caminoto Geiser, e a Claide Moraes, pelas sugestões e correções; aos colegas Naiane Branches, Orziliano Vasconcelos (Jota) e Cooni Wai Wai; a Ney Rafael Monteiro, pelos mapas; aos avaliadores do Boletim e aos editores, pelas valiosas sugestões.

REFERÊNCIAS

- Anjos, C. R. (2001). *Entomofauna decompositora de carcaças de porcos na região de Belém, PA, Brasil, com ênfase na família Calliphoridae (Díptera)* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil.
- Ascher, R. (1961). Analogy in archaeological interpretation. *Southwestern Journal of Anthropology*, 17(4), 317-325.
- Bass, W. M. (1995). *Human osteology: a laboratory and field manual* (3 ed.). Columbia, Missouri: Missouri Archaeological Society.
- Behrensmeyer, A. K. (1978). Taphonomic and ecologic information from bone and weathering. *Paleobiology*, 4(2), 150-162.
- Binford, L. R. (1981). Behavioral archaeology and the “Pompeii Premise”. *Journal of Anthropological Research*, 37(3), 195-208.
- Binford, L. R. (1991). *Em busca do passado: a decodificação do registro arqueológico*. Mem Martins: Europa América.
- Bissaro Júnior, M. C. (2008). *Tafonomia como ferramenta zooarqueológica de interpretação: viés de representatividade óssea em sítios arqueológicos, paleontológico e etnográfico* (Dissertação de mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Buikstra, J., & Ubelaker, D. H. (Eds.). (1994). *Standards for data collection from human skeletal remains* (Series No. 44). Fayetteville: Arkansas Archaeological Survey Research.
- Carter, D. O., & Tibbett, M. (2008). Cadaver decomposition and soil: processes. In Autor (Eds.), *Soil analysis in forensic taphonomy: chemical and biological effects of buried human remains* (pp. 29-52). Boca Raton: CRC Press.
- Climate-Data.org. (n.d.). *Santarém clima (Brasil)*. Recuperado de <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/para/santarem-4512/>



- Coles, J. M. (1973). *Arqueologia Experimental*. Cambridge: Livraria Bertrand.
- Duday, H. (1986). Contribution des observations ostéologiques à la chronologie interne des sépultures collectives. In H. Duday & C. Masset, *Anthropologie physique et archéologie: méthodes d'étude des sépultures* (pp. 51-54). Paris: Editions du CNRS.
- Duday, H. (2005). L'archéothanatologie ou l'archéologie de la mort. In O. Dutour, J. J. Hublin & B. Vandermeersch (Eds.), *Objets et méthodes en paléanthropologie* (pp. 153-215). Paris: CTHS.
- Dupras, T., L. Schultz, J. J., Wheeler, S. M., & Williams, L. J. (2006). *Forensic Recovery of Human Remains: archaeological approaches*. Boca Raton: CRC Press.
- Efremov, J. A. (1940). Taphonomy: a new branch of paleontology. *Pan-American Geologist*, 74.
- Fitzpatrick, R. W. (2008). Nature, distribution, and origin of soil materials in the forensic comparison of soils. In M. Tibbett & D. O. Carter (Eds.), *Soil analysis in forensic taphonomy: chemical and biological effects of buried human remains* (pp. 13-40). Boca Raton: CRC Press.
- Gifford-Gonzales, D. (1989). Analogues: developing an interpretive framework. In R. Bonnichsen & M. H. Sorg (Eds.), *Bone modification* (pp. 43-52). Orono: Center for the Study of First Americans, Peopling of the Americas Publications Edited.
- Haglund, W. D., & Sorg, M. H. (2002). Recent mass graves, an introduction. In Autor (Eds.), *Advances in forensic taphonomy: method, theory and archaeological perspectives* (pp. 243-261). Boca Raton: CRC Press.
- Haynes, G. (1997). Foreword. In W. D. Haglung & M. H. Sorg (Eds.), *Forensic: taphonomy the postmortem fate of human remains* (pp. 17-19). Boca Raton: CRC Press.
- Hodder, I., & Hutson, S. (2003). *Reading the past: current approaches to interpretation in archaeology* (3 ed.). Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press.
- Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). (2017-2018). Recuperado de http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. (INPE). (2016). *Estação Chuvosa*. Recuperado de <http://clima1.cptec.inpe.br/estacaochuvosa/pt>
- Janaway, R. C. (2008). The decomposition of materials associated with buried cadavers. In M. Tibbett & D. O. Carter (Eds.), *Soil analyses in forensic taphonomy: chemical and biological effects of buried human remains* (pp. 153-201). Boca Raton: CRC Press.
- Lessa, A. (2017). Do pó viemos e ao pó retornaremos: pontuando reflexões sobre preservação de remanescentes esqueléticos arqueológicos humanos. In G. N. Campos & M. Granato (Orgs.), *Preservação do patrimônio arqueológico: desafios e estudos de caso* (pp. 233-252). Rio de Janeiro: Museu de Astronomia e Ciências Afins.
- Magalhães, A. J. F., Berredo, A. L., & Gaspar, M. (2018). De volta ao passado: a aplicação da fotogrametria para registro arqueológico 3D. *Revista de Arqueologia*, 31(1), 185-207. doi: <https://doi.org/10.24885/sab.v31i1.519>
- Mant, A. K. (1950). *A study in exhumation data* (Dissertação de mestrado). London University, Londres, U.K.
- Marshall, L. G. (1989). Bone modification and "The laws of burial". In R. Bonnichsen & M. H. Sorg (Eds.), *Bone Modification* (pp. 7-26). Orono: Center for the Study of First Americans.
- Martin, R. E. (1999). *Taphonomy: a process approach* (Vol. 4). Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press.
- Moraes, C. D. P., Prestes-Carneiro, G., Py-Daniel, A. R., Soares, A. D. M., Costa, E. D. S., Alves, G. F. D. S., . . . Gonçalves, P. J. (2019). *O ensino de arqueologia no campus Tapajós, Sítio do Porto, 4º*. [Relatório de Atividades (período de 2017 a 2019)].
- Morton, R. J., & Lord, W. D. (2006). Taphonomy of child-sized remains: a study of scattering and scavenging in Virginia, USA. *Journal of Forensic Sciences*, 51(3), 475-479. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2006.00134.x>
- Mutzenberg, D. C. S., Sullasi, H. S. L., Farias, A. A., Santos, A. L. C., & Barbosa, M. B. G. (2015). Fundamentos da diagenese óssea e suas formas de avaliação usando as técnicas espectroscópicas de FTIR-ATR e DRX. *Clio Arqueológica*, 30(2), 154-88.
- Nielsen-Marsh, C., Gernaey, A., Turner-Walker, G., Hedges, R., Pike, A., & Collins, M. (2000). The chemical degradation of bone. In M. Cox & S. Mays (Eds.), *Human osteology in archaeology and forensic science* (pp. 439-454). Cambridge, Inglaterra: Greenwich Medical Media.
- Nobre, C. A., Obregón, G. O., Marengo, J. A., Fu, R., & Poveda, G. (2009). Characteristics of Amazonian climate: main features. In M. Keller, M. Bustamante, J. Gash & P. S. Dias (Eds.), *Amazonia and Global Change* (Vol. 186, pp. 149-162). Washington, DC: American Geophysical Union.
- Pinto, A. P. (2018). *Conservação de materiais associados a contextos de enterramento na Amazônia*. (Trabalho de Conclusão de Curso). Curso de Arqueologia, Universidade Federal do Oeste do Pará, Pará, Brasil.
- Pujol-Luz, J. R., Arantes, L. C., & Constantino, R. (2008). Cem anos da entomologia forense no Brasil (1908-2008). *Revista Brasileira de Entomologia*, 52(4), 485-492. doi: <https://doi.org/10.1590/S0085-56262008000400001>



- Rapp Py-Daniel, A. (2009). *Arqueologia da morte no Sítio Hatahara durante a Fase Paredão* (Dissertação de mestrado). Museu de Arqueologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Rapp Py-Daniel, A. (2015). *Os contextos funerários na arqueologia da calha do rio Amazonas*. Tese (Doutorado em Arqueologia) - Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. doi: <http://doi.org/10.11606/T.71.2015.tde-03062015-152650>
- Renfrew, C., & Bahn, P. (1991). *Archaeology: theories, methods, and practice*. New York: Thames and Hudson.
- Ribeiro, J. A. M., Gutjahr, A. L. N., Braga, C. E. S., & Melo, A. C. S. (2017). Entomofauna associada ao cadáver de suíno *Sus scrofa* Linnaeus (Suidae) no município de Curuçá, Pará, Brasil. *Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer*, 14(26), 963-964.
- Rodriguez, W. C., & Bass, W. M. (1983). Insect activity and its relationship to decay rates of human cadavers in East Tennessee. *Journal of Forensic Science*, 28(2), 423-432.
- Roksandic, M. (2002). Position of skeletal remains as a key to understanding mortuary behavior. In W. D. Haglund & M. H. Sorg (Eds.), *Advances in forensic taphonomy: method, theory, and archaeological perspectives* (pp. 99-117). Boca Raton: CRC Press.
- Ross, A. H., & Hale, A. R. (2018). Decomposition of juvenile-sized remains: a macro-and microscopic perspective. *Forensic Sciences Research*, 3(4), 310-319. doi: <https://doi.org/10.1080/20961790.2018.1489362>
- Santos, S. S. (2018). *Experimentação tafonômica em contexto de enterramento na Amazônia* (Trabalho de Conclusão de Curso). Curso de Arqueologia, Universidade Federal do Oeste do Pará, Pará, Brasil.
- Schaan, D. P., & Alves, D. T. (Orgs.). (2015). *Um Porto, muitas histórias: arqueologia em Santarém* (Vol. 1). Belém: Gráfica Supercores.
- Schiffer, M. B. (1975). Archaeology as behavioral science 1. *American Anthropologist*, 77(4), 836-848. doi: <https://doi.org/10.1525/aa.1975.77.4.02a00060>
- Solari, A., Isnardis, A., & Linke, V. (2012). Entre cascas e couros: os sepultamentos secundários da Lapa do Caboclo (Diamantina, Minas Gerais). *Habitus: Revista do Instituto Goiano de Pré-História e Antropologia*, 10(1), 115-134. doi: <http://dx.doi.org/10.18224/hab.v10.1.2012.115-134>
- Souza, S. M., Guapindaia, V. L. C., & Rodrigues-Carvalho, C. (2001). A necrópole Maracá e os problemas interpretativos em um cemitério sem enterramentos. *Boletim do Museu Emílio Goeldi. Série Antropologia*, 17(2), 479-520.
- Souza, S. M., & Rodrigues-Carvalho, C. (2013). 'Ossos no chão': para uma abordagem dos remanescentes humanos em campo. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, 8(3), 551-566. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1981-81222013000300005>
- Tappen, M. (1994). Bone weathering in the tropical rain forest. *Journal of Archaeological Science*, 21(5), 667-673.
- Teixeira, W. G., Kern, D. C., Madari, B. E., Lima, H. N., & Woods, W. (2009). *As terras pretas de índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas*. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental.
- Tibbett, M., & Carter, D. O. (Eds.). (2008). *Soil analysis in forensic taphonomy: chemical and biological effects of buried human remains*. Boca Raton: CRC Press.
- Trigger, B. G. (1989). *A history of archaeological thought*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ubelaker, D. H. (1999). *Human skeletal remains: excavation, analysis, interpretation* (3 ed.). (Manuals on Archeology 2). Washington, D. C: Taraxacum.
- White, E. M., & Hannus, L. A. (1983). Chemical weathering of bone in archaeological soils. *American Antiquity*, 48(2), 316-322.
- White, T. D., & Folkens, P. A. (2000). *Human Osteology* (2 ed.). San Diego: Academic Press.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

S. S. Santos contribuiu com conceituação, curadoria de dados, análise formal, aquisição de financiamento, investigação, metodologia, administração de projeto, recursos e escrita (rascunho original, revisão e edição); A. P. Pinto com conceituação, curadoria de dados, análise formal, aquisição de financiamento, recursos e escrita (rascunho original, revisão e edição); e A. R. Py-Daniel com conceituação, curadoria de dados, análise formal, aquisição de financiamento, investigação, metodologia, administração de projeto, recursos e escrita (rascunho original, revisão e edição).

