



ARTIGO ORIGINAL

## Será credível estimar o PMI em restos cadavéricos em avançado estado de decomposição?

Maria Teresa Ferreira\*<sup>1,2</sup>, Eugénia Cunha<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dryas-GAPlab, Grupo Dryas Octopetala, Rua Aníbal de Lima, 170, 3000-030 Coimbra, Portugal

<sup>2</sup>CENCIFOR – Centro de Ciências Forenses; Departamento de Ciências da Vida, Universidade de Coimbra, Coimbra

\* [teresa.ferreira@dryas.pt](mailto:teresa.ferreira@dryas.pt)

Artigo recebido a 28 de Novembro de 2012 e aceite a 4 de Dezembro de 2012

### RESUMO

A compreensão da variabilidade do processo de decomposição cadavérica é fundamental na interpretação de casos forenses, elucidando quanto à estimativa do intervalo pós-morte (PMI), uma das questões judiciais mais relevantes.

Os casos da unidade de Antropologia forense da Delegação Sul do INMLCF.IP. foram consultados para um estudo retrospectivo baseado nos relatórios de perícia. Observaram-se 105 casos, dos quais seleccionaram-se 15 por conterem informação relativa ao PMI, à proveniência do cadáver e pelos restos humanos se encontrarem relativamente completos.

Avaliou-se o estado de decomposição cadavérica e de degradação óssea segundo Galloway e de Behrensmeyer e calculou-se o índice de preservação geral. O estado de decomposição de cada indivíduo foi confrontado com o PMI.

Uma das conclusões mais relevantes é que caso não existisse informação circunstancial acerca do PMI destes indivíduos, esse não teria sido obtido através da análise dos restos cadavéricos recuperados, nem recorrendo às metodologias descritas na literatura, nem mesmo se comparados com outros provenientes de condições similares.

O facto de não se ter podido aceder a uma relação clara entre decomposição cadavérica e o PMI permite-nos afirmar que a estimativa do PMI não é muito credível apenas com base na avaliação do estado de decomposição do cadáver.

*Palavras-chave: Intervalo pós-morte (PMI); decomposição cadavérica; degradação óssea; Antropologia forense*

\*\*\*

## ABSTRACT

Understanding the variability of cadaveric decomposition process is critical in the interpretation of forensic cases, elucidating about the post-mortem interval (PMI), one of the most important legal issues.

The cases of the Forensic Anthropology unit of the Southern Delegation of the INMLCF.IP were analysed within a retrospective study. Only fifteen cases were selected, namely those containing information about PMI and about the origin of corpses and human remains relatively complete.

The state of cadaveric decomposition and bone degradation were evaluated in accordance with Galloway and Behrensmeyer methodologies and the rate of general preservation were calculated. Then, the state of each individual was confronted with the PMI.

We could conclude that in the absence of circumstantial information about the PMI of these corpses, any valid estimation could not be achieved solely on the basis of the remains, nor using the methodologies described in the literature, or even when comparing with other cadavers derived from similar deposition conditions.

The inability to access a clear cut relationship between decay and PMI indicates that the estimation of the PMI is not reliable enough if based only on the assessment of the state of decomposition of the cadaver.

*Keywords: Post-mortem interval (PMI); cadaveric decomposition; bone degradation; Forensic Anthropology*

## Introdução

A compreensão da variabilidade do processo de decomposição cadavérica é fundamental na interpretação de casos forenses, elucidando quanto à estimativa do intervalo pós-morte (PMI), uma das questões judiciais mais relevantes (Ferreira, 2012).

Após a morte, inicia-se uma complexa série de processos bioquímicos que resulta em consideráveis alterações da estrutura e composição do corpo humano (DiMaio e DiMaio, 2001; Vass *et al.*, 2002; Dent *et al.*, 2004; Pinheiro, 2006; Carter e Tibbett, 2008; Forbes, 2008a; Forbes e Nugent, 2009; Schotsmans *et al.*, 2011; Zhou e Byard, 2011). Uma vez que essas alterações tendem a ocorrer sequencialmente, tem vindo a ser proposto que a avaliação dos tipos e do grau de alterações possibilita a estimativa do intervalo de tempo decorrido desde a morte (Galloway *et al.*, 1989; Mann *et al.*, 1990; Forbes, 2008a, 2008b; Forbes e Nugent, 2009; Vass, 2011; Zhou e Byard, 2011).

A literatura relativa à estimativa do PMI baseada nas fases de decomposição dos tecidos moles é extensa e em constante actualização, com a publicação de novas técnicas (Vass *et al.*, 2002; Forbes, 2008b; Forbes e Nugent, 2009; Vass 2011). Na última década surgiu um número crescente de abordagens a novos métodos de estimativa do PMI, incluindo revisão de casos, que têm contribuído para uma melhor compreensão da variabilidade da decomposição cadavérica em diferentes condições geográficas (Forbes *et al.*, 2002, 2005a, 2005b; Vass *et al.*, 2002; Love e Marks, 2003; Dent *et al.*, 2004; Breitmeier *et al.*, 2005; Parks, 2011; Pope,

2011; McKeown *et al.*, 2011; Ross e Cunningham, 2011; Schotsmans *et al.*, 2011; Suckling, 2011; Vass, 2011; Zhou e Byard, 2011).

Porém, e apesar do grande aumento de estudos, parece evidente a necessidade de mais investigação para clarificar os processos de decomposição cadavérica e as suas implicações na interpretação do PMI. De facto, muitos destes estudos são baseados em modelos animais, como o porco doméstico (Forbes *et al.*, 2005a, 2005b, 2005c; Wilson *et al.*, 2007; Matuszewski *et al.*, 2011; Rogers *et al.*, 2011), não podendo por isso ser directamente aplicados à nossa espécie. Além disso, uma boa parte das investigações publicadas foram desenvolvidas no âmbito da Entomologia forense (Özdemir e Sert, 2009; Niederegger *et al.*, 2010; Matuszewski *et al.*, 2011; Michaud *et al.*, 2011), tal como tem vindo a acontecer no contexto português (Castro *et al.*, 2010; Castro, 2011), caracterizado por um clima temperado da costa atlântica, para o qual, até aos trabalhos de Ferreira (2012), não havia uma recolha sistemática de dados acerca dos processos de decomposição cadavérica humana.

As metodologias de Rodriguez e Bass (1983), Galloway *et al.* (1989), Galloway (1997), Payne (1965), Behrensmeyer (1978), ou outras delas derivadas (Janjua e Rogers, 2008; Parks, 2011; Ross e Cunningham, 2011), podem ser aplicáveis a diversos contextos, pois ao invés de estimarem o PMI servem antes como uma ferramenta de classificação do estágio de decomposição cadavérica ou de degradação óssea. Porém, os métodos desenvolvidos com o intuito

específico de estimar o PMI têm uma aplicabilidade prática deveras reduzida. As famosas fórmulas de Vass (2011), apesar de disponíveis para ambientes aeróbicos e anaeróbicos, apenas podem ser aplicáveis a restos cadavéricos com menos de 1285 ADD (graus-dia acumulados<sup>1</sup>), ou seja, a cadáveres ainda com tecidos moles, deixando sem resolução a difícil tarefa do antropólogo forense de analisar restos esqueletizados. Um dos métodos mais utilizados, nem sempre de forma correcta, nas investigações publicadas nos últimos anos é o de Megyesi e colegas (2005), que recorre ao cálculo da “total body score”, ou seja, do estado de decomposição do cadáver, e dos graus-dia acumulados (ADD) para estimar o PMI. Este método deve ser aplicado em casos de restos humanos encontrados à superfície, sem formação de adipocera, e em que as temperaturas do ar diárias sejam conhecidas. Apesar do uso dos ADD ser defendido, sobretudo na pesquisa experimental, como forma de padronizar as taxas de decomposição (cf. Simmons *et al.*, 2010), a sua utilização em estudos retrospectivos, em investigações transversais e em casos práticos de Antropologia forense tem fortes limitações. Um primeiro obstáculo é a obtenção das temperaturas diárias para a região sob estudo, onde nem sempre existe uma estação meteorológica profissional.

---

<sup>1</sup> *Graus-dia acumulados (“Accumulated degree-days” – ADD) representam a quantidade de energia térmica necessária para permitir um processo biológico, como o desenvolvimento de bactérias ou larvas (Megyesi et al., 2005). É uma técnica recorrentemente utilizada na estimativa do PMI. Os ADD são calculados para cada caso adicionando as temperaturas médias diárias acima de 0°C de todos os dias desde a data da morte até à da descoberta do cadáver (Megyesi et al., 2005).*

Outro obstáculo prende-se com o facto de no caso de estarem disponibilizadas as temperaturas diárias para o local em questão, estas se referirem ao ar. Porém, as temperaturas que influenciam o processo de decomposição não são as do ar mas as que se referem à ilha de decomposição cadavérica, ou seja, no caso de um cadáver exposto importam as temperaturas da superfície, enquanto no caso de cadáver enterrado importa a temperatura do solo (Haglund, 1991; Carter e Tibbett, 2008).

No caso português não existem, até ao momento, outros estudos sistemáticos acerca de padrões de decomposição para além do trabalho de Ferreira (2012), no qual o presente estudo se insere. Quanto à pesquisa do PMI, esta resumia-se aos trabalhos em Entomologia forense, baseados em modelos animais, de Castro (2011).

Os casos da unidade de Antropologia forense da Delegação Sul do Instituto Nacional de Medicina Legal e Ciências Forenses, I.P. (INMLCF.IP.) foram consultados para um estudo retrospectivo dos relatórios de perícia de forma a determinar se, para o contexto português, indivíduos com PMI e contextos de deposição semelhantes apresentam uniformidade no estado de decomposição que permita o desenvolvimento de métodos de estimativa do PMI com base exclusiva neste critério.

## **Materiais e métodos**

Consultaram-se 105 relatórios periciais da unidade de Antropologia forense da

Delegação Sul do INMLCF.IP. elaborados entre 2004 e Março de 2011. Os casos cuja identidade ou o PMI ainda não estavam claramente estabelecidos foram excluídos, bem como todos os que não continham informação acerca da proveniência dos restos humanos e os representados por escassas peças ósseas.

A amostra ficou reduzida a 15 indivíduos, com idades à morte entre 2 e 92 anos ( $\bar{X}$ =55,27 anos; D.P. 28,888) e de ambos os sexos (8 homens, 53,3%; e 7 mulheres, 46,7%) (Figura 1). Estes indivíduos faleceram entre os anos de 2000 e 2010, sendo a sua origem diversa englobando restos humanos descobertos no mato, cadáveres encontrados dentro da habitação ou provenientes de exumações periciais em cemitérios.

O PMI varia entre 15 dias e 9 anos e 2 meses ( $\bar{X}$ =3,56 anos; D.P. 3,4052), tendo sido estimado com base em dados circunstanciais, salvo os três indivíduos provenientes de cemitérios, por estarem identificados (Inml.5, Inml.9 e Inml.11) (Figura 1).

Avaliou-se o estado de decomposição cadavérica e de degradação óssea de cada indivíduo seguindo as metodologias de Galloway e Behrensmeyer (Behrensmeyer, 1978; Galloway *et al.*, 1989; Galloway, 1997), e calculou-se o índice de preservação geral (IPG) (Ferreira, 2012) (Tabela 1).

O IPG é calculado para os cadáveres já esqueletizados com base em 29 parâmetros gerais de preservação (Ferreira, 2012). Para cada cadáver já esqueletizado é avaliada a preservação de cada tipo de osso e/ou região anatómica (n=29): crânio; face; mandíbula; vértebras cervicais, torácicas, lombares;

sacro; costelas; escápulas; ossos ilíacos; úmeros; fêmures; tíbias; tarsos; clavículas; rádios; ulnas e fíbulas. Os ossos do carpo e as falanges foram excluídos do cálculo do IPG por este método ter sido desenvolvido para a avaliação de casos não forenses, provenientes de exumações em cemitérios públicos onde, por questões relativas ao levantamento dos restos esqueletizados nem sempre estes ossos se recuperam, o que espelha a forma de exumação e não a representatividade e a preservação dessas peças ósseas. A um “osso ausente” atribuem-se 3 valores; ao “osso presente mas fragmentado” 2 valores, e ao “osso presente e completo” 1 valor. De seguida efectua-se o somatório dos valores atribuídos aos 29 parâmetros gerais de preservação. Se o valor obtido for igual a 29, quer dizer que todos os ossos avaliados estão presentes e completos, ou seja que a preservação é muito boa. Quanto maior for o valor do índice, pior é o estado de preservação do esqueleto, sendo a sua avaliação resumida na Tabela 1.

O estado de preservação de cada indivíduo foi confrontado com o seu PMI.

## Resultados

Na Figura 1 apresenta-se uma síntese dos 15 casos analisados.

A origem dos cadáveres é variada (Figura 2), mas a maioria provem de contextos ao ar livre, incluído o único indivíduo não adulto cujo cadáver foi localizado no sopé de uma falésia junto ao mar (Inml.15). Três casos reportam-se a exumações judiciais em

cemitérios (Inml.5, Inml.9 e Inml.11). O cadáver do indivíduo Inml.4 foi recuperado do interior de um armazém abandonado e parcialmente destruído; e o do Inml.14 foi encontrado caído numa das divisões da sua habitação (Inml.14).

As causa e circunstância da morte são, na sua maioria, indeterminadas (Figura 3), havendo quatro indivíduos, vítimas de homicídio, que faleceram devido a lesões traumáticas.

**Tabela 1: Índice de preservação geral do esqueleto (IPG) (Ferreira, 2012).**

Valor do índice	Descrição do esqueleto
29	Preservação excelente
30 – 36	Preservação boa
37 – 43	Preservação razoável
44 – 58	Preservação fraca
59 – 72	Incompleto e mal preservado
> 73	Muito incompleto e mal preservado

Restos de tecidos moles estavam presentes em 33,3% dos indivíduos e ausentes nos restantes. Para dois (Inml.14 e Inml.15) registaram-se restos de encéfalo ressequidos no interior do crânio, estando ausentes em dez indivíduos (66,7%), não havendo registos para três (20%). Para 73,3% dos casos registou-se a presença/ausência de unhas dos pés, estando ausentes na maioria dos casos (53,3%). O crânio do indivíduo Inml.12 não foi recuperado. Metade dos indivíduos (46,7%) tinha ainda cabelo.

Um dos indivíduos estava completamente mumificado (Inml.14) e outro em putrefacção (Inml.4), com coloração negra, presença de gases putrefactivos provocando inchaço do cadáver e líquidos da decomposição a rodear o cadáver (Figuras 1 e 4). Três achavam-se completamente esqueletizados, mas algumas peças ósseas não foram recuperadas (Inml.1, Inml.2 e Inml.12) (Figuras 1 e 4). Dois indivíduos estavam parcialmente esqueletizados (Inml.13 e Inml.15), enquanto os restantes recuperaram-se completamente esqueletizados, sem vestígios de tecidos moles (Figuras 1 e 4).

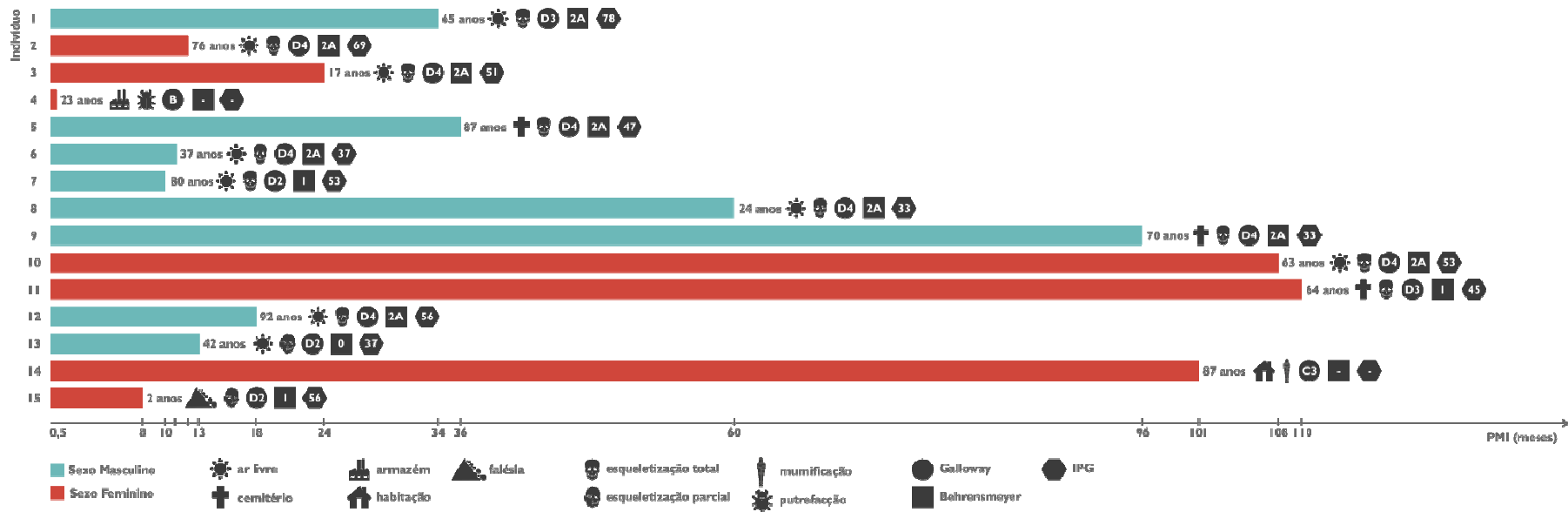


Figura 1: Síntese dos 15 casos.

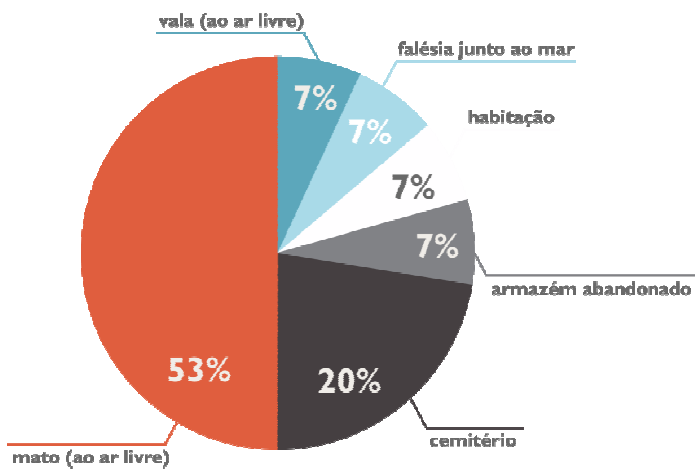


Figura 2: Proveniência dos cadáveres.

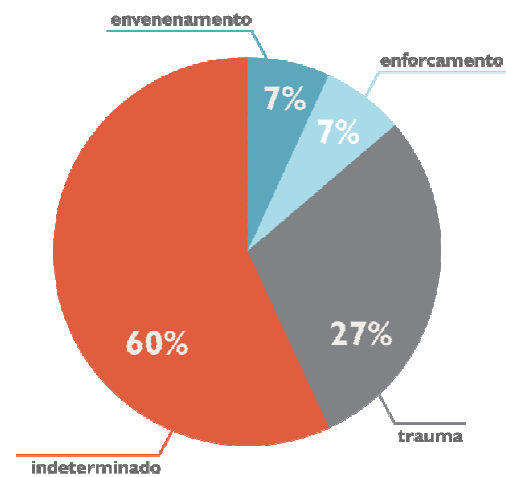
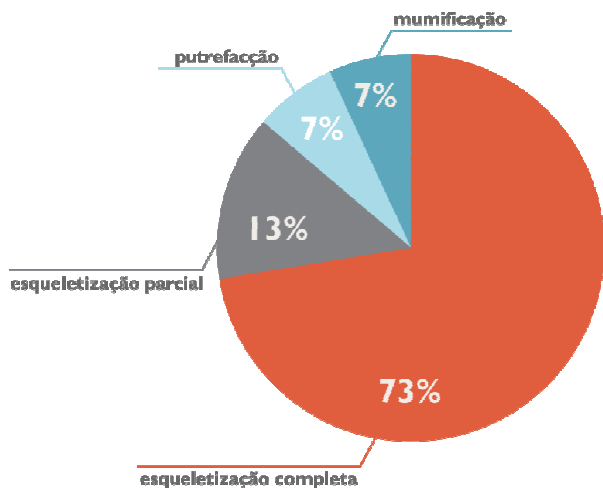


Figura 3: Causa e circunstância da morte dos indivíduos.



**Figura 4: Estado de decomposição cadavérica dos indivíduos.**

Em cerca de metade dos indivíduos registaram-se marcas da actividade da fauna (46,7%). No indivíduo Inml.1, encontrado numa zona de caça, os côndilos femorais foram destruídos pela acção da fauna necrófaga. A extremidade proximal do úmero direito do indivíduo Inml.3 (encontrado no mato) apresentava marcas de mordeduras. Os restos do indivíduo Inml.7 foram encontrados dispersos numa área de mato rasteiro, com as extremidades dos ossos longos e as costelas com marcas de mordeduras. Os restos do indivíduo Inml.12 foram localizados num pinhal, mas não estavam dispersos, preservando-se, a maioria, ainda dentro das peças de roupa, ainda assim marcas de mordeduras foram identificadas na cabeça do úmero direito, na extremidade distal do rádio esquerdo, nas vértebras torácicas e em ambas as tíbias. Também os restos do indivíduo Inml.13 não se encontraram dispersos (em área de mato), mas antes parcialmente dentro da roupa, estando registadas marcas de mordeduras

nos côndilos femorais e nos ossos do tarso esquerdo. O indivíduo Inml.15 mostrava marcas de mordeduras nas extremidades das diáfises dos úmeros e da fíbula esquerda (a única recuperada), não tendo sido recuperadas as respectivas epífises. O cadáver do indivíduo Inml.4 apresentava vários orifícios provocados pela acção das larvas, sobretudo na zona da cabeça. Os restantes quatro indivíduos cujos restos foram recuperados ao ar livre não exibiam marcas da actividade da fauna, tal como os provenientes de cemitérios e o indivíduo encontrado no interior da sua habitação.

A cor dos ossos dos três indivíduos provenientes de cemitérios era uniforme, enquanto os indivíduos recuperados de zonas ao ar livre mostravam colorações diversas. Estes esqueletos exibiam tons esverdeados nas zonas de contacto com a vegetação, uma cor esbranquiçada nas áreas expostas ao Sol, e tons semelhantes à cor da roupa que os cobria.

Os parâmetros gerais de preservação esquelética foram observados para todos os indivíduos com excepção de Inml.4 (em putrefacção) e de Inml.14 (mumificado). A representatividade e preservação das peças ósseas é extremamente variável, havendo também diferenças entre lateralidades, o que seria de esperar pois somente três indivíduos provinham de contextos de enterramento (cemitério). A peça óssea mais representada e melhor preservada é a clavícula, seguida pelo úmero e escápula. As vértebras e as costelas mostram bons valores de preservação e representatividade, mas é importante salientar que nos referimos à região anatómica grosso modo e não a cada



peça em particular, seguindo a tendência da maioria dos relatórios consultados, onde não são discriminados o número e o tipo exacto de cada costela ou vértebra, mas antes a quantidade de fragmentos recuperados e a sua região anatómica. As peças menos representadas são os ossos do tarso, seguidas do sacro, ossos coxais, fíbulas e ulnas. As peças ósseas com maior percentagem de fragmentação são as costelas (46,7%). No entanto, além das costelas, as peças ósseas mais fragmentadas são os fêmures e as tíbias.

O IPG foi calculado para todos os indivíduos (Figura 1), com excepção dos indivíduos Inml.4 e Inml.14, variando entre o valor 33 – preservação boa (Inml.8 e Inml.9) e 78 – muito incompleto e mal preservado (Inml.1). A maioria dos indivíduos (7; 46,7%) mostra um IPG entre os valores 44 e 58, ou seja, uma preservação fraca (Figura 1). Dois indivíduos (33%) têm uma preservação razoável (Inml.5 e Inml.6), e outro está incompleto e mal preservado (6,7%) (Inml.2) (Figura 1).

Oito indivíduos (53,3%) foram classificados na categoria D4 de Galloway: ossos secos (Figura 2). Os restantes 46,7% repartiram-se pelas seguintes categorias: B (1; 6,7%); C3 (1; 6,7%); D2 (3; 20%) e D3 (2; 13,3%). Seguindo a escala de Behrensmeyer, não aplicável a dois indivíduos (Inml.4 e Inml.14), a maioria (9; 60%) classificou-se na categoria 2A, esqueletizados, com a camada mais superficial do osso a começar a escamar e sem tecidos moles (Figura 1). Três indivíduos (20%) foram classificados na categoria 1, já esqueletizados. Destes, apenas o indivíduo Inml.7 preservava restos de tecidos moles

mumificados, registados na zona da glabella, junto da grande asa esquerda do esfenóide, nos côndilos occipitais e as vértebras C1 e C2 mantendo as articulações, entre a escápula e a clavícula direitas, e o rádio e a ulna direitos mantidos unidos por tecidos moles ressequidos. O indivíduo Inml.13 classificou-se na categoria 0, pois a zona abdominal estava em esqueletização parcial, mantendo restos de tecidos moles mumificados na zona da bacia e porções proximais dos fêmures, incluindo os órgãos genitais.

## Discussão

O conjunto de casos aqui apresentado apesar de pequeno é muito diverso, quer no contexto de proveniência e no estado de decomposição dos cadáveres, quer no PMI (Figura 1). Por alguns cadáveres terem estado expostos à superfície, várias peças ósseas não foram recuperadas, outras mostravam marcas da actividade da fauna necrófaga e a coloração variou consoante os ossos estiveram exposto à luz solar, em contacto com a vegetação ou com as peças de vestuário. A dispersão dos restos cadavéricos no local onde foram achados, a perda de elementos ósseos, as marcas de mordeduras, as colorações e degradação da superfície óssea encontradas nos cadáveres recuperados à superfície e ao ar livre reflectem as condições descritas por vários autores para este tipo de deposição (Mann *et al.*, 1990; Haglund, 1991; Haglund, 1997a, 1997b; Komar, 1998, 1999; Sledzik, 1998; Janjua e Rogers, 2008; Jagers e Rogers, 2009).

A par destas alterações devidas ao ambiente onde foram encontrados os cadáveres, outras variáveis, como a idade ou o sexo dos indivíduos, não contribuíram para a explicação dos diferentes estados de decomposição e de degradação óssea observados.

Se tomarmos em consideração o PMI, notamos que o estado de preservação dos restos humanos pode ser díspar para PMI's idênticos. Por exemplo, os quatro indivíduos adultos com PMI entre 10 e 13 meses e encontrados depositos à superfície (Inml.2 – feminino, 76 anos; Inml.6 – masculino, 37 anos; Inml.7 – masculino, 80 anos; e Inml.13 – masculino, 42 anos) mostram uma preservação esquelética distinta, desde razoável a incompleta e mal preservada, dois ainda com restos de tecidos moles (Inml.7 e Inml.13) e os outros dois com os ossos já secos e com início de escamação. Outros dois casos de PMI semelhante, mas de contextos diversos, são os das mulheres Inml.10 (PMI: 108 meses; encontrada no mato) e Inml.14 (PMI: 101 meses; encontrada na sua habitação) cujos restos se recuperaram em estados de preservação díspares, estando a primeira esqueletizada e com a superfície óssea a começar a escamar, e a segunda completamente mumificada, incluindo os seus órgãos internos.

Considerando os indivíduos exumados de cemitérios, em condições de deposição semelhantes aos da amostra de Ferreira (2012), o estado de esqueletização dos Inml.9 e Inml.11, com PMI de 8 e 9 anos respectivamente, é semelhante ao de vários com o mesmo PMI da amostra de Ferreira (2012). Porém, o Inml.5 foi recuperado

completamente esqueletizado, o que não se observou nos indivíduos de Ferreira (2012) com PMI idêntico, que exibiam formação de adipocera.

Caso não existisse informação circunstancial acerca do PMI destes indivíduos, esse não seria obtido através da análise dos restos cadavéricos recuperados (salvo o Inml.4, em putrefacção e com PMI de cerca de 15 dias), nem recorrendo às metodologias descritas na literatura, como a de Megyesi *et al.* (2005), nem mesmo se comparados com outros provenientes de condições de deposição similares. Ou seja, sendo o PMI essencial na avaliação da relevância forense de um caso (ou seja, um enquadramento médico-legal de menos de 15 anos decorridos desde a morte no contexto legal português), esta não deverá ser determinada somente com base nas alterações cadavéricas de corpos em avançado estado de decomposição.

## Conclusão

A análise retrospectiva dos 15 casos do INMLCF-DS mostrou que o PMI não se pode estimar meramente com base no estado de decomposição ou esqueletização do cadáver, mas antes através do cruzamento desta informação com outros dados, sendo os circunstanciais particularmente importantes pois, como se viu, cadáveres com o mesmo PMI podiam exibir estados distintos de decomposição e cadáveres no mesmo estado de decomposição podiam ter PMI diversos. Ficou claro que na prática corrente das perícias de Antropologia forense estimar o PMI é uma tarefa árdua e virtualmente

impossível nos casos representados apenas por escassas peças ósseas, como o crânio, sendo a estimativa do PMI mais credível quando está presente o corpo completo.

### Agradecimentos

As autoras agradecem ao Professor Jorge Costa Santos e ao Sr. Rui Gonçalves da Delegação Sul do INMLCF.IP.

As autoras agradecem igualmente à Ana Eduarda Silva (Grupo *Dryas Octopetala*) pelo trabalho de design nos gráficos apresentados neste artigo.

Este artigo resulta de parte do trabalho de investigação desenvolvido no âmbito da tese de Doutoramento em Antropologia forense de uma das autoras (Ferreira, 2012), com financiamento da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (Bolsa de Investigação SFRH/BD/40565/2007).

As autoras agradecem os comentários e sugestões do revisor anónimo deste artigo.

### Referências

Behrensmeyer, A. K. 1978. Taphonomic and ecologic information from bone weathering. *Paleobiology*, 4: 150-162.

Breitmeier, D.; Graefe-Kirci, U. G.; Albercht, K.; Weber, M.; Trögger, H. D.; Kleemann, W.J. 2005. Evaluation of the correlation between time corpses spent in in-ground graves and findings at exhumation. *Forensic Science International*, 154: 218-23.

Carter, D. O.; Tibbett, M. 2008. Cadaver decomposition and soil: processes. In: Tibbett, M.; Carter, D. O. (eds.) *Soil analysis in forensic Taphonomy. Chemical and biological effects of buried human remains*. Boca Raton, CRC Press: 29-52.

Castro, C. P. 2011. Seasonal carrion Diptera and Coleoptera communities from Lisbon (Portugal) and the utility of Forensic Entomology in Legal Medicine. Tese de Doutoramento em Biologia, Universidade de Lisboa. Lisboa.

Castro, C. P.; García, M. D.; Serrano, A.; Gamarra, P.; Outerelo, P. 2010. Staphylinid forensic communities from Lisbon with new records for Portugal (Coleoptera: Straphylinidae). *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, 34: 87-98.

Dent, B. B.; Forbes, S. L.; Stuart, B. H. 2004. Review of human decomposition processes in soil. *Environmental Geology*, 45: 576-85.

DiMaio, V. J.; DiMaio, D. 2001. *Forensic Pathology*. 2nd ed. Boca Raton, CRC Press.

Ferreira, M. T. 2012. *Para lá da morte: Estudo tafonómico da decomposição cadavérica e da degradação óssea e implicações na estimativa do intervalo pós-morte*. Tese de Doutoramento em Antropologia Forense, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra.

Forbes, S. L. 2008a. Decomposition chemistry in a burial environment. In: Tibbett, M.; Carter, D. O. (eds.) *Soil analysis in forensic Taphonomy. Chemical and biological effects of buried human remains*. Boca Raton, CRC Press: 203-223.

Forbes, S. L. 2008b. Potential determinants of postmortem and postburial interval of buried remains. In: Tibbett, M.; Carter, D. O. (eds.) *Soil analysis in forensic Taphonomy. Chemical and biological effects of buried human remains*. Boca Raton, CRC Press: 225-46.

- Forbes, S. L.; Stuart, B. H.; Dent, B. B. 2002. The identification of adipocere in grave soils. *Forensic Science International*, 127:225-230.
- Forbes, S. L.; Stuart, B. H.; Dent, B. B. 2005a. The effect of the method of burial on adipocere formation. *Forensic Science International*, 154: 44-52.
- Forbes, S. L.; Stuart, B. H.; Dent, B. B. 2005b. The effect of the burial environment on adipocere formation. *Forensic Science International*, 154: 24-34.
- Forbes, S. L.; Dent, B. B.; Stuart, B. H. 2005c. The effect of soil type on adipocere formation. *Forensic Science International*, 154: 35-43.
- Forbes, S. L.; Nugent, K. 2009. Dating of anthropological skeletal remains of forensic interest. In: Blau, S.; Ubelaker, D. H. (eds.) *Handbook of Forensic Anthropology and Archaeology*. Walnut Creek, Left Coast Press: 164-173.
- Galloway, A. 1997. The process of decomposition: a model from the Arizona-Sonoran desert. In: Haglund, W. D.; Sorg, M. H. (eds.) *Forensic Taphonomy: the postmortem fate of human remains*. Boca Raton, CRC Press: 139-150.
- Galloway, A.; Birkby, W. H.; Jones, A. M.; Henry, T. E.; Parks, B. O. 1989. Decay rates of human remains in an arid environment. *Journal of Forensic Science*, 34: 607-616.
- Haglund, W. D. 1991. *Applications of taphonomic models to forensic investigations*. PhD Dissertation in Anthropology, University of Washington. Ann Arbor, UMI Dissertation Services.
- Haglund, W. D. 1997a. Dogs and Coyotes: postmortem involvement with human remains. In: Haglund, W. D.; Sorg, M. H. (eds.) *Forensic Taphonomy: the postmortem fate of human remains*. Boca Raton, CRC Press: 367-381.
- Haglund, W. D. 1997b. Rodents and human remains. In: Haglund, W. D.; Sorg, M. H. (eds.) *Forensic Taphonomy: the postmortem fate of human remains*. Boca Raton, CRC Press: 405-414.
- Jaggers, K. A.; Rogers, T. L. 2009. The effects of soil environment on postmortem interval: a macroscopic analysis. *Journal of Forensic Sciences*, 54: 1217-1221.
- Janjua, M. A.; Rogers, T. L. 2008. Bone weathering patterns of metatarsal versus femur and the postmortem interval in southern Ontario. *Forensic Sciences International*, 178: 16-23.
- Komar, D. A. 1998. Decay rates in a cold climate region: a review of cases involving advanced decomposition from the Medical Examiner's Office in Edmonton, Alberta. *Journal of Forensic Science*, 43: 57-61.
- Komar, D. A. 1999. Forensic taphonomy in a cold climate region: a field study in Central Alberta and a potential new method of determining time since death. PhD Dissertation in Anthropology, University of Alberta. Ann Arbor, UMI Dissertation Services.
- Love, J. C.; Marks, M. 2003. Taphonomy and time: estimating the postmortem interval. In: Steadman, D. W. (ed.) *Hard Evidence: Case Studies in Forensic Anthropology*. Upper Saddle River, Prentice Hall: 160-175.

- Mann, R.W.; Bass, W. M.; Meadows, L. 1990. Time since death and decomposition of the human body: variables and observations in case and experimental field studies. *Journal of Forensic Sciences*, 35:103-11.
- Matuszewski, S.; Bajerlein, D.; Konwerski, S.; Szpila, K. 2011. Insect succession and carrion decomposition in selected forests of Central Europe. Part 3: succession of carrion fauna. *Forensic Science International*, 207: 150-163.
- McKeown, A. H.; Kemp, W. L.; Dudzik, B. 2011. Scavenging and its relations to decomposition in the Northern Rockies. *Proceedings of American Academy of Forensic Sciences Annual Scientific Meeting*. Chicago.
- Megyesi, M. S.; Nawrocki, S. P.; Haskell, N. H. 2005. Using accumulated degree-days to estimate the postmortem interval from decomposed human remains. *Journal of Forensic Sciences*, 50: 618-26.
- Michaud, J. P.; Majka, C. G.; Privé, J. P.; Moreau, G. 2011. Natural and anthropogenic changes in the insect fauna associated with carcasses in the North American Maritime lowlands. *Forensic Science International*, 207: 64-70.
- Niederegger, S.; Pastuschek, J.; Mall, G. 2010. Preliminary studies of the influence of fluctuating temperatures on the development of various forensically relevant flies. *Forensic Science International*, 199: 72-8.
- Özdemir, S.; Sert, O. 2009. Determination of Coleoptera fauna on carcasses in Ankara province, Turkey. *Forensic Science International*, 183: 24-32.
- Parks, C. L. 2011. A study of the human decomposition sequence in Central Texas. *Journal of Forensic Science*, 56: 19-22.
- Payne, J. A. 1965. A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus. *Ecology*, 46: 592-602.
- Pinheiro, J. 2006. Decay Process of a Cadaver. In: Schmit, A.; Cunha, E.; Pinheiro, J. (eds.) *Forensic Anthropology and Medicine, Complementary sciences from recovery to cause of death*. Tottowa, Humana Press: 85-116.
- Pope, M. A. 2011. Decomposition patterns of human remains within enclosed environments: a comparative analysis of the Midwest and Southeast. *Proceedings of American Academy of Forensic Sciences Annual Scientific Meeting*. Chicago, IL: 21-26.
- Rodriguez, W. C.; Bass, W. M. 1983. Insect activity and its relationship to decay rates of human cadavers in east Tennessee. *Journal of Forensic Sciences*, 28: 423-432.
- Rogers, C. J.; Clark, K.; Hodson, B. J.; Whitehead, M. P.; Sutton, R.; Schmerer, W. M. 2011. Postmortem degradation of porcine articular cartilage. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 18: 49-51.
- Ross, A. H.; Cunningham, S. L. 2011. Time-since-death and bone weathering in a tropical environment. *Forensic Science International*, 204: 126-33.
- Schotsmans, E. M.; Van de Voorde, W.; De Winne, J.; Wilson, A. S. 2011. The impact of shallow burial on differential decomposition to the body: a temperate case study. *Forensic Science International*, 206: e43-e48.

Simmons, T.; Adlam, R. E.; Moffat, C. 2010. Debugging decomposition data – comparative taphonomic studies and the influence of insects and carcass size on decomposition rate. *Journal of Forensic Sciences*, 55: 8-13.

Sledzik, P. S. 1998. Forensic Taphonomy: postmortem decomposition and decay. In: Reichs, K. J. (ed.) *Forensic Osteology: advances in the identification of human remains*. 2nd ed. Springfield, CC Thomas Press: 109-119.

Suckling, J. K. 2011. A longitudinal study on the outdoor human decomposition sequence in Central Texas. *Proceedings of American Academy of Forensic Sciences Annual Scientific Meeting*. Chicago, IL: 21-26.

Vass, A. A. 2011. The elusive universal post-mortem interval formula. *Forensic Science International*, 204: 34-40.

Vass, A. A.; Barshick, S. A.; Segal, G.; Caton, J.; Skeen, J. T.; Love, J. C.; Synsteliën, J. A. 2002. Decomposition chemistry of human remains: a new methodology for determining the postmortem interval. *Journal of Forensic Science*, 47: 542-553.

Wilson, A. S.; Janaway, R. C.; Holland, A. D.; Dodson, H. I.; Baran, E.; Pollard, A. M.; Tobin, D. J. 2007. Modelling the buried human body environment in upland climes using three contrasting field sites. *Forensic Science International*, 169: 6-18.

Zhou, C.; Byard, R. 2011. Factors and processes causing accelerated decomposition in human cadavers – an overview. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 18: 6-9.