



DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA VIDA

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Estudo experimental sobre
decomposição cadavérica usando
carcaças de *Sus scrofa domestica*

Liliana Alexandra Simões Cravo

2015



DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA VIDA

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Estudo experimental sobre
decomposição cadavérica usando
carcaças de *Sus scrofa domestica*

Dissertação apresentada à Universidade de Coimbra para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Antropologia, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Eugénia Cunha (Universidade de Coimbra) e da Professora Doutora Maria Teresa Ferreira (Universidade de Coimbra)

Liliana Alexandra Simões Cravo

2015

Agradecimentos

Gostaria de expressar o meu reconhecimento a todos aqueles que, de uma maneira ou de outra, contribuíram para o sucesso desta dissertação.

Em primeiro lugar à professora Doutora Maria Teresa Ferreira, pelo apoio e orientação prestados, essenciais para a colaboração deste estudo. A confiança, calma e compreensão foram igualmente fundamentais para a sua realização.

À professora Doutora Eugénia Cunha por todos os ensinamentos adquiridos ao longo dos anos e claro pela ajuda em todos os momentos de dúvidas.

A todos os professores que de algum modo participaram durante todo o meu percurso académico.

Aos meus amigos por estarem presentes, mesmo nos meus momentos de ausência, por me fazerem querer ser mais e melhor. À Ines um obrigada por tudo, pela paciência e pelas sugestões.

Em último lugar, mas não menos importante, ao meu Tio Fernando e ao Miguel pela ajuda na preparação do local de deposição das carcaças. Aos meus avós por me terem cedido uma parcela do seu terreno para que eu pudesse concretizar a minha ideia.

Por último, um especial agradecimento aos meus pais, pela compreensão, incentivo, apoio e motivação. Sem vocês não seria possível.

Lista de abreviaturas

ADD - Graus dia acumulados (Accumulated Degree Days)

ATP - Trifosfato de Adenosina

BADD - Graus dia acumulados do enterramento (Burial Accumulated Degree Days)

PMI - Intervalo *postmortem* (Postmortem Interval)

PAI - Período de atividade dos insetos

TBS - “Total Bodie score”

UV - Ultra Violeta

Resumo

As diferentes características ambientais vão influenciar a decomposição de um cadáver consoante o seu local de deposição, seja ele inumado ou exposto à superfície. Estas condições ambientais podem modificar todo o processo, acelerando-o ou mesmo impedindo a sua continuação. Regra geral, o enterramento de um cadáver protege-o de vários agentes tafonómicos destrutivos. A estimativa do PMI (intervalo *postmortem*) é fundamental para a reconstrução dos eventos que rodeiam a morte de um indivíduo. Apesar de representar uma questão pertinente em questões legais, a sua estimativa é de particular dificuldade. Isto é confirmado pela falta de métodos fiáveis, especialmente quando nos referimos ao período de pós esqueletização.

O presente estudo pretende contribuir para um melhor entendimento do processo de decomposição em clima Mediterrâneo bem como dos vários fatores extrínsecos que afetam o cadáver consoante o local de deposição. Para tal, utilizaram-se quatro modelos animais (*Sus scrofa domestica*), depositos em diferentes ambientes: dois modelos animais foram inumados (um dentro de um edifício e outro fora), e dois foram colocados à superfície (um dentro de um edifício e outro fora).

A carcaça exposta às adversidades ambientais atingiu o estágio da esqueletização aos 147 dias enquanto a carcaça deposita à superfície mas protegida por uma estrutura, atingiu o mesmo estágio ao fim de 10 dias após a morte, pelo que podemos afirmar que a existência de uma proteção contra as flutuações de temperatura e das restantes alterações climáticas favoreceu o processo, acelerando-o. Em relação às carcaças inumadas, estas apresentavam quantidades desiguais de tecidos moles, sendo que a carcaça que também se encontrava protegida pelo edifício se encontrava com bastantes mais tecidos e menos decompostos. Os métodos de Megyesi e colegas (2005) e Vass (2011) demonstraram uma reduzida aplicabilidade. Relativamente às metodologias de Galloway e colegas (1989) podemos afirmar que no caso das carcaças expostas os estádios atribuídos nem sempre se encontram dentro dos limites sugeridos. Quando nos referimos aos estádios de Behrensmeyer (1978) observámos que funcionam relativamente bem para a nossa região geográfica.

Com base nestes resultados, podemos assim afirmar que estimar o PMI é de fato uma tarefa bastante complexa e que deve ser conjugada com todas as particularidades existentes na cena envolvente.

Palavras-chave: Tafonomia experimental; Intervalo *postmortem*; Fatores tafonómicos extrínsecos; Esqueletização; Antropologia Forense

Abstract

Different deposition environments, such as burial or surface deposition, will influence the decomposition of a body due to their specific characteristics. These environmental conditions can change the process, accelerating it or even preventing its continuation. In general, the burial of a corpse protects it from several destructive taphonomic agents. Estimation of postmortem interval (PMI) is critical to reconstruct the events surrounding the death of an individual. Despite representing a pertinent question in legal issues, the estimation of PMI is of particular difficulty. This is confirmed by the lack of reliable methods that currently exist to estimate it, particularly when it comes to the post skeletonization period.

This study aims to contribute to a better understanding of the decomposition process in Mediterranean weather as well as several extrinsic factors that affect the body's decay, such as the site of deposition. For this purpose, we used four animal models (*Sus scrofa domestica*) deposited in different environments: two animal models were buried (one within and one outside a building) and two were positioned on the surface (one inside of a building and another one outside).

The carcass exposed to environmental adversities skeletonized within 147 days while the carcass deposited on the surface, but protected by a structure, reached the same stage 10 days after death, leading us to assume that the existence of a protection against temperature fluctuations and other climatic changes promoted the decomposition process, accelerating it. Regarding the buried carcasses, these had unequal amounts of soft tissue; the carcass protected by a house like structure was less decomposed and presented more soft tissues. The methods of Megyesi *et al.* (2005) and Vass (2011) demonstrated a reduced applicability. Regarding Galloway and colleagues (1989) stages of decay, this study leads us to conclude that for the animal models exposed to weather adversities the assigned stages were not always in accordance with the suggested time limits. When applying Behrensmeyer (1978) stages we observed that it works relatively well for our geographic region.

On the basis of the results we can affirm that the estimation of PMI is in fact a very complex task; its estimation must have in account all particularities of the surrounding scene.

Key-words: Experimental Taphonomy; Postmortem interval; Taphonomic extrinsic factors; Skeletonization; Forensic anthropology

Índice

Agradecimentos.....	iii
Lista de abreviaturas	v
Resumo.....	vii
Abstract	ix
Índice.....	xi
Índice de Figuras	xiii
Índice de Tabelas.....	xix
1. Introdução	1
1.1.Tafonomia e intervalo postmortem	6
1.1.1. Decomposição cadavérica	14
1.1.1.1. Fenómenos cadavéricos imediatos.....	14
1.1.1.2. Fenómenos cadavéricos destrutivos.....	17
1.1.1.3. Processos de conservação	20
1.1.1.3.1. Mumificação	20
1.1.1.3.2. Saponificação.....	21
1.1.1.4.Processos de decomposição.....	25
1.1.1.5. Estudos realizados com recurso a modelos animais	27
1.1.1.6. Contexto de inumação	35
1.1.2. Degradação óssea	38
1.1.3. Processos e fatores tafonómicos	41
1.2. Entomologia Forense.....	46
1.3. Objetivos da presente tese	51
1.4. Organização e conteúdos.....	52
2. Material	53
3. Métodos.....	57
4. Resultados	62
4.1. Observações realizadas.....	63
4.1.1. Carcaça nº1	63
4.1.2. Carcaça nº4.....	76
4.2. Exumação das carcaças	83
4.2.1. Carcaça nº3	83
4.2.2. Carcaça nº1	85
4.2.3. Carcaça nº4.....	86
4.2.4. Carcaça nº2.....	87

4.3. Limpeza e análise das carcaças	89
4.3.1. Carcaça nº1	89
4.3.2. Carcaça nº2	90
4.3.3. Carcaça nº3	92
4.3.4. Carcaça nº4	93
4.4. Teste ao método de Megyesi e colegas (2005) e Vass (2011).....	95
4.5. Degradação óssea	96
4.6. Fauna entomológica	97
4.7. Solo.....	97
4.8. Temperatura.....	98
5. Discussão	101
5.1. Processo de decomposição cadavérica.....	102
5.2. Aplicabilidade do método de Megyesi e colegas (2005) e Vass (2011)	108
5.3. Degradação óssea	109
5.4. Características do solo.....	110
5.5. Temperatura	110
6. Conclusão.....	114
7. Referências bibliográficas	117
8. Anexos e Apêndices.....	137

Índice de Figuras

Figura 1.1 – Principais categorias tafonómicas que interagem entre si numa cena forense.....	42
Figura 1.2 – Curva sigmoideal da perda de massa associada à decomposição de um cadáver exposto superfície (-) e de um cadáver inumado (--). Adaptado de Carter e colegas (2007)	45
Figura 4.1 - Carcaça nº1 no D1 onde se pode observar uma grande quantidade de formigas na região pélvica	67
Figura 4.2 - Carcaça nº1 no D1 onde se pode observar o abdómen ligeiramente mais inchado que na observação anterior	67
Figura 4.3 - Carcaça nº1 no D2 a expelir um fluido com aspeto de espuma pelo nariz.....	67
Figura 4.4 - Fezes de cor verde-escuro a cinzento-escuro libertadas pela carcaça nº1 no D3. Pata posterior direita com zonas de coloração amarelada e avermelhada.....	67
Figura 4.5 - Olho esquerdo da carcaça nº1 saliente (D4)	67
Figura 4.6 - Aglomerado de ovos na região pélvica do lado esquerdo	67
Figura 4.7 - Estado da orelha esquerda: encontra-se sem pêlos e de coloração bege/amarelada	68
Figura 4.8 – Abdómen da carcaça nº1 onde é possível ver os intestinos	68
Figura 4.9 – Estado dos intestinos no D6 onde é possível observar que o abdómen rebentou expondo os intestinos que contêm alguma fauna entomológica, mais precisamente <i>Chrysomya albiceps</i> . Ainda é possível observar alguns exemplares da família <i>Staphylinidae</i>	68
Figura 4.10 – Orelha esquerda de coloração negra	68
Figura 4.11 – Fluidos de coloração bege libertados pela boca da carcaça nº1 no D7	68
Figura 4.12 - Depressão na zona posterior à orelha esquerda da carcaça nº1 com coloração amarelada	69
Figura 4.13 - Coloração avermelhada a preta no abdómen e apergaminhamento da pele no D7	69
Figura 4.14 - Depressão na zona posterior à orelha esquerda da carcaça nº1 com coloração amarelada	69
Figura 4.15 - Coloração avermelhada a preta no abdómen e apergaminhamento da pele no D8	69
Figura 4.16 - Nervos oculares salientes da órbita esquerda da carcaça nº1 no D9.....	69
Figura 4.17 - Fluidos intestinais da carcaça nº1 com coloração verde-escuro repletos de larvas de diversas dimensões.....	70
Figura 4.18 - Orifício a formar-se no abdómen do lado esquerdo da carcaça nº1 com algumas larvas no seu interior (D9)	70
Figura 4.19 - Larvas de todas as dimensões espalhadas pela carcaça e pelo solo, solo com aspeto húmido. Também é possível observar que parte do crânio se encontra esqueletizado	70
Figura 4.20 - Orifício no abdómen com maiores dimensões que no dia anterior (D10). Pode observar-se larvas espalhadas por toda a carcaça.....	70

Figura 4.21 – Formação de uma nova depressão na zona inferior do pescoço da carcaça nº1	71
Figura 4.22 - As unhas começam a descolar-se no D11	71
Figura 4.23 - Carcaça nº1 no D11 onde é possível observar a perda de volume corporal e torna-se evidente a coluna vertebral.....	71
Figura 4.24 – Crânio da carcaça nº1 no D12 onde é possível observar os fluidos secos que foram expelidos pela carcaça bem como o início da esqueletização	71
Figura 4.25 – Aspeto da pele do abdómen e da sua coloração variada. Ainda é possível observar a formação dos vários orifícios ao longo da pele da carcaça	71
Figura 4.26 - Crânio parcialmente esqueletizado. É ainda possível observar uns fios brancos de origem desconhecida	72
Figura 4.27 – É possível observar o início da formação de pequenos orifícios na zona dorsal	72
Figura 4.28 - Crânio da carcaça nº1 parcialmente esqueletizado. Também é possível observar a pele na zona dorsal com alguns orifícios e a descolar-se	72
Figura 4.29 – Aspeto das patas anteriores no D21 onde é possível observar o descolar das unhas.....	72
Figura 4.30 - Estado do crânio no D28 onde é notória a esqueletização parcial.....	73
Figura 4.31 – Aparência do abdómen da carcaça nº1 no D28 onde se vê a cabeça do fémur esquerdo dentro do orifício formado e o estado da pele na zona dorsal	73
Figura 4.32 - Estado da carcaça no D35 onde é possível ver que a esqueletização das patas posteriores se está a tornar evidente	73
Figura 4.33 – Aspeto das patas dianteiras no D70 da carcaça nº1	73
Figura 4.34 – Aspeto das patas posteriores no D70 da carcaça nº1	73
Figura 4.35 – Aspeto do crânio no D84 onde é notória a presença de bolores de coloração cinzento azulado	74
Figura 4.36 – Aspeto da zona dorsal no D84 onde é evidente a presença de bolores	74
Figura 4.37 – Carcaça no D91 com bastante percentagem de bolores um pouco por toda a carcaça	74
Figura 4.38 – Carcaça com ausência dos bolores, desapareceram na observação D98	74
Figura 4.39 – Os bolores reapareceram por volta da observação D126. Bolores em toda a extensão da ilha de decomposição cadavérica	75
Figura 4.40 - No D126 os bolores estendem-se por toda a extensão da ilha de decomposição cadavérica.....	75
Figura 4.41 – Aspeto da carcaça no D161 onde é possível observar a ausência dos bolores e pode notar-se o crescimento da flora em redor da ilha de decomposição cadavérica.....	75
Figura 4.42 – Grande quantidade de formigas presentes na face e patas anteriores da carcaça nº4 no D1	78
Figura 4.43 – Aspeto geral da carcaça no D2 onde o inchaço do abdómen já é notório.....	78
Figura 4.44 – Aparência da carcaça nº4 no D3 onde se nota o aumento do abdómen e a coloração esverdeada generalizada a toda a carcaça.....	78

Figura 4.45 - Aglomerados de ovos visíveis na região lateral esquerda do crânio, na pata anterior esquerda e no abdómen na carcaça nº4	78
Figura 4.46 – Visão geral da carcaça onde é possível observar que esta se encontra húmida, de coloração avermelhada e esverdeada, intestinos expostos e com bastantes aglomerados de ovos espalhados um pouco por toda a carcaça	79
Figura 4.47 - Intestinos colonizados por larvas bem como a parte superior do crânio. Carcaça em geral com aspeto húmido e notam-se os pêlos a descolar no D6	79
Figura 4.48 - Massa de larvas na parte superior do crânio bem como nos intestinos no D7. Bastantes líquidos presentes sobre a carcaça devido ao processo da putrefação.....	79
Figura 4.49 – Massa de larvas generalizada a toda a carcaça mas ainda mantendo algum volume corporal no D8.....	79
Figura 4.50 - Parte superior do crânio esqueletizada, podendo observar-se também a massa de larvas presente na parte posterior do pescoço no D8.....	79
Figura 4.51 - Carcaça nº4 no D9 completamente coberta por larvas sendo possível ver alguns dos ossos	80
Figura 4.52 – Alguns dos ossos já são visíveis no D9 como costelas e vértebras.....	80
Figura 4.53 – Crânio da carcaça nº4 no D9 parcialmente esqueletizado	80
Figura 4.54 – Carcaça parcialmente esqueletizada podendo observar-se a maioria das ossadas	80
Figura 4.55 - Carcaça nº4 no D11 classificada como esqueletizada	81
Figura 4.56 – Carcaça nº4 no D12 onde é notória a menor percentagem de larvas bem como a sua menor atividade.....	81
Figura 4.57 - Visão geral das ossadas de coloração castanha e com zonas brancas e presença de “fios brancos” no D21.....	81
Figura 4.58 - Crânio com coloração branca no D28, solo húmido devido à chuva durante a madrugada e a observação	81
Figura 4.59 - D35 onde todas as ossadas adquiriram coloração branca.....	82
Figura 4.60 - D91 onde se nota a coloração acastanhada de todas as ossadas. Solo húmido devido à chuva dos últimos dias	82
Figura 4.61 - Estado da sepultura e das ossadas aquando a última observação no D266	82
Figura 4.62 - Local onde a carcaça nº3 se encontrava inumada antes do início da escavação.....	84
Figura 4.63 - Tíbia esquerda da carcaça nº3 com tecidos moles, terra e pêlos	84
Figura 4.64 - Após a retirada da terra e de alguns tecidos moles do abdómen foi possível ver-se as costelas esquerdas	84
Figura 4.65 - Onde é possível observar a escápula esquerda com bastantes colêmbolos	84
Figura 4.66 - Zona posterior do pescoço onde é possível observar uma pasta de coloração branca.....	84
Figura 4.67 -Coxal esquerdo com pigmentação amarela e verde e algumas zonas brancas devido à adipocera	85

Figura 4.68 - Vista geral da carcaça nº1 e da flora antes da remoção da mesma	85
Figura 4.69 - Aspeto da carcaça nº1 depois da vegetação ter sido removida.....	85
Figura 4.70 - Coloração do crânio (zonas esverdeadas, brancas e bege) mantendo a presença de pêlos	86
Figura 4.71 - Caixa torácica e abdómen da carcaça nº1 onde é possível ver a presença de pele e pêlos secos	86
Figura 4.72 - Pata anterior direita da carcaça nº 1 em posição anatómica	86
Figura 4.73 - Estado inicial da sepultura que albergava a carcaça nº4 antes do levantamento das ossadas.....	87
Figura 4.74 - Escápula esquerda contendo colêmbolos, tecido decomposto e porções de adipocera	88
Figura 4.75 - Marca das costelas nos tecidos de coloração branca, possivelmente seria adipocera	88
Figura 4.76 – Tecidos da região vertebral de coloração branca e azul/cinzeno-escuro da carcaça nº2	88
Figura 4.77A – Norma lateral direita do crânio da carcaça nº2	88
Figura 4.77B – Norma lateral esquerda do crânio da carcaça nº2.....	88
Figura 4.78 – Crânio da carcaça nº1 em várias normas: A - Norma superior; B - Norma inferior; C - Norma lateral direita; D - Norma lateral esquerda.....	89
Figura 4.79 – Costelas esquerdas da carcaça nº1	90
Figura 4.80 – Costelas direitas da carcaça nº1	90
Figura 4.81 – Escápulas da carcaça nº1 (a verde e bege é a escápula esquerda e a castanho é a escápula direita)	90
Figura 4.82A – Norma externa da mandíbula (a metade da mandíbula inferior é a do lado esquerdo e a superior é a do lado direito).....	91
Figura 4.82B – Norma interna da mandíbula (lado esquerdo e lado direito)	91
Figura 4.83 – Crânio da carcaça nº2 em várias normas: A - Norma superior fragmentado no local da pancada; B - Norma inferior; C - Norma lateral esquerda; D - Norma lateral direita.....	91
Figura 4.84A – Costela esquerdas antes da limpeza contendo bastantes tecidos moles, terra e pêlos...92	
Figura 4.84B – Costelas esquerdas após a limpeza, continuando gordurosas e peganhosas	92
Figura 4.85A – Escápulas antes da limpeza. A com porções de adipocera branca é a escápula do lado direito	92
Figura 4.85B – Escápulas após a limpeza do nº3.....	92
Figura 4.86 – Costelas esquerdas após a limpeza	92
Figura 4.87 – Costelas direitas após a limpeza	92
Figura 4.88 – Crânio da carcaça nº3 em várias normas: A - Norma lateral direita; B - Norma lateral esquerda; C – Norma superior; D - Norma inferior	93
Figura 4.89 – Costelas direitas da carcaça nº4	93
Figura 4.90 – Costelas esquerdas da carcaça nº4	93

Figura 4.91 – Crânio da carcaça nº4 em várias normas: A - Norma superior; B - Norma inferior; C – Norma lateral direita; D - Norma lateral esquerda.....	95
Figura 4.92 – Oscilação das temperaturas máximas e mínimas durante os nove meses do estudo experimental.....	98
Figura 4.93 – Precipitação total do Distrito de Aveiro segundo os boletins meteorológicos do IPMA (1mm = 1kg/m ²).....	99
Figura A1 - Clima de Portugal Continental, segundo a classificação de Köppen (https://www.ipma.pt/pt/educativa/tempo.clima/index.jsp?page=clima.pt.xml ; Acedido a 1 de Dezembro de 2014).....	140
Figura A2 - Visão geral da estrutura metálica e da rede plástica que protegia a carcaça nº1 no D0 ...	140
Figura A3 – Carcaça nº2 após a sua deposição na sepultura previamente aberta no D0. Posteriormente foi construída uma estrutura a simular uma casa	140
Figura A4 – Carcaça nº3 inumada diretamente no solo no D0	140
Figura A5 – Carcaça nº4 deposta à superfície mas protegida por uma estrutura a simular uma casa no D0.....	140
Figura A6 – Ficha de registo elaborada pela autora.....	141
Figura A7 – Primeiros resultados da análise ao solo.....	142
Figura A8 – Croqui elaborado pela autora para esquematizar o posicionamento e as distâncias entre as carcaças	143
Figura A9 – Resultados da segunda amostra de solo provenientes da sepultura nº3	144
Figura A10 – Exemplar capturado de <i>Sarcophagidae</i> no D5.....	157
Figura A11 - Adulto de <i>Chrysomya albiceps</i> recolhida no D5	157
Figura A12 - Jovem de <i>Chrysomya albiceps</i> recolhida no D21	157
Figura A13 - <i>Muscidae</i> recolhida no D5.....	157
Figura A14 – Exemplos da Ordem <i>Hymenoptera</i> capturadas no D5	157
Figura A15 – Exemplar de <i>Tenebrionidae</i> fotografado no D84 e no D105.....	158
Figura A16 - <i>Creophilus maxillosus</i> fotografado no D8 bem como de <i>Chrysomya albiceps</i>	158

Índice de Tabelas

Tabela 1.1 - Intervalo de cada estágio de decomposição observado por Marques (2008)	29
Tabela 1.2 - Duração de cada estágio de decomposição consoante a estação do ano estudada por Prado e Castro e colegas em 2012	32
Tabela 1.3 - Dados compilados por Mann <i>et al.</i> , (1990) por Sledzik e Micozzi (1997) e Myburgh (2010) relativamente à influência de alguns fatores que afetam a decomposição cadavérica	34
Tabela 4.1 – Peso em gramas das ossadas de cada carcaça	94
Tabela 4.2 – Classificação dos estádios de decomposição seguindo as metodologias de Galloway (1997 e Galloway <i>et al.</i> , 1989) e Behrensmeier (1978)	96
Tabela 4.3 – Síntese dos valores obtidos segundo as diferentes temperaturas obtidas	99
Tabela 5.1 – Síntese da duração de cada estágio consoante as carcaças analisadas	103
Tabela 5.2 – Comparação do presente estudo com outros realizados em contexto Português e em climas semelhantes ao nosso (notar que as classificações do estágio de decomposição utilizadas variam consoante os autores)	105
Tabela 5.3 – Comparação dos resultados obtidos no presente estudo localizado numa região de clima Mediterrâneo com estudos de diferentes climas	106
Tabela 5.4 – Apresentação da média das temperaturas do ambiente e do interior da estrutura que protege a carcaça, nº1 e nº4, respetivamente, consoante o estágio de decomposição	110
Tabela 5.5 – Diferenças de temperatura entre a estrutura nº4 e a do ambiente	111
Tabela A1 - Scores de decomposição da cabeça e pescoço (Megyesi <i>et al.</i> , 2005; adaptado).....	138
Tabela A2 - Scores de decomposição do tronco (cintura escapular, tórax, abdómen e cintura pélvica) (Megyesi <i>et al.</i> , 2005; adaptado).....	138
Tabela A3 - Scores de decomposição dos membros superiores e inferiores (Megyesi <i>et al.</i> , 2005; adaptado).....	138
Tabela A4 - Estádios de esqueletização (Behrensmeier, 1978; adaptado).....	139
Tabela A5 - Categorias e estádios de decomposição (Galloway <i>et al.</i> ,1989 e Galloway, 1997; adaptado).....	139
Tabela A6 – Estado do tempo durante os nove meses de estudo de acordo com o IMPA	145
Tabela A7 - Temperaturas exatas do ar obtidas aquando cada observação	158
Tabela A8 – Temperaturas obtidas no interior da estrutura que albergava a carcaça nº4.....	159
Tabela A9 – Temperaturas do solo obtidas quando cada observação	159

“Cada sonho que você deixa para trás, é um pedaço do seu futuro que deixa de existir”

Steve Jobs (1955 – 2011)

Conhecer os processos da decomposição cadavérica é essencial para estimar o tempo decorrido desde a morte até a descoberta do corpo, designado por PMI [nomenclatura mais usada internacionalmente] (Campobasso *et al.*, 2001; Amendt *et al.*, 2007; Ross e Cunningham, 2011; Pinheiro *et al.*, 2012; HauTEO *et al.*, 2013), um dos parâmetros de extrema importância na perícia forense (Sorg e Haglund, 2002; Myburgh *et al.*, 2013).

Com esta dissertação pretende-se contribuir para alargar o conhecimento do processo de decomposição no clima Mediterrâneo da região centro do nosso país, e também da influência de alguns fatores extrínsecos que afetam o cadáver consoante o local de deposição. Para atingir estes objetivos utilizou-se um protocolo de Tafonomia experimental recorrendo a modelos animais.

Após a morte de um indivíduo diversos processos físico-químicos e tafonómicos entram em ação e, conseqüentemente, provocam alterações na estrutura e composição dos tecidos do ser humano (Campobasso *et al.*, 2001; Dent *et al.*, 2004; DiMaio e DiMaio, 2001; Pinheiro, 2006; Carter e Tibbett, 2008; Forbes, 2008a; Gunn, 2009; Goff, 2010; Ross e Cunningham 2011; Schotsmans *et al.*, 2011; Zhou e Byard, 2011; Ferreira e Cunha, 2012; HauTEO *et al.*, 2013). Visto que o decorrer do processo de decomposição segue, normalmente, com uma sequência, a estimativa do intervalo *postmortem* tem sido proposta a partir dessa continuidade (Galloway *et al.*, 1989; Campobasso *et al.*, 2001; Forbes, 2008a, 2008b; Forbes e Nugent, 2009b; Vass, 2011; Zhou e Byard, 2011).

Existem vários estudos sobre a decomposição em diversas regiões geográficas, desde a África do Sul (Myburgh *et al.*, 2013; Sutherland *et al.*, 2013), Alemanha (Anton *et al.*, 2001; Kasper *et al.*, 2012), Arizona (Galloway, 1997), Argentina (Horenstein *et al.*, 2010), Austrália (Forbes *et al.*, 2005a, 2005b, 2005c), Brasil (Mise *et al.*, 2007), Canadá (Benninger *et al.*, 2008; Janjua e Rogers, 2008; Michaud *et al.*, 2011), China (Wang *et al.*, 2008), Colômbia (Segura *et al.*, 2009), Espanha (Arnaldos *et al.*, 2005), Florida (Schultz *et al.*, 2006), Havai (Goff, 1991), Índia (Bharti e Singh, 2003), Itália (Bonacci *et al.*, 2010), Kuwait (Al-Mesbah *et al.*, 2012), Luisiana (Watson e Carlton, 2003, 2005), Nebraska (Meyer *et al.*, 2013), Ohio (Pechal *et al.*, 2014), Pensilvânia (Micozzi, 1986), Polónia (Matuszewski, 2011; Matuszewski e Szafalowicz, 2013; Matuszewski *et al.*, 2008, 2010a, 2010b, 2011, 2013), Portugal (Prado e Castro *et al.*, 2011a, 2011b, 2012), Republica Checa (Kocarek, 2003), Sudão (Gurafi e Mohamed, 2012), Tailândia (Vitta *et al.*, 2007), Tennessee (Bass, 1997) e Turquia (Ozdemir e Sert, 2009).

No entanto, é necessário ter cuidado com a comparação dos resultados pois cada país e/ou região geográfica é diferente em termos geoclimáticos. Um outro aspeto contra, é o fato das investigações serem feitas em cadáveres expostos à superfície, e mais raramente em contexto de inumação (Carter, 2005; Carter e Tibbett, 2006; Forbes *et al.*, 2005a, 2005b, 2005c; Schultz *et al.*, 2006; Enwere, 2008; Gunn e Bird, 2011; Tumer *et al.*, 2013).

Apesar da extensa literatura sobre os métodos utilizados para estimar o PMI, principalmente relacionados com a decomposição dos tecidos moles (Megyesi *et al.*, 2005; Forbes, 2008; Ross e Cunningham, 2011; Vass, 2011; Sutherland *et al.*, 2013), tem-se tornado evidente a necessidade de

realizar estudos sobre decomposição cadavérica e nomeadamente da estimativa do PMI em diversos contextos e áreas geográficas, apesar da maioria desses estudos se basear em modelos animais o que não pode ser diretamente aplicado ao ser humano (Forbes *et al.*, 2005a, 2005b, 2005c; Ferreira e Cunha, 2012).

Os estudos realizados são na sua maioria com modelos animais, como coelhos (De Jong e Chadwick, 1999; Bharti e Singh, 2003; Al-Mesbah *et al.*, 2012), ratos (Micozzi, 1986; Kocarek, 2003; Kasper *et al.*, 2012), galinhas (Arnaldos *et al.*, 2005), macacos (Gurafi e Mohamed, 2012) ou o porco doméstico (Payne, 1965; Arnaldos, 2000; Forbes *et al.*, 2005a, 2005b, 2005c; Mise *et al.*, 2007; Vitta *et al.*, 2007; Benninger *et al.*, 2008; Janjua e Rogers, 2008; Matuszewski, 2011; Matuszewski e Szafalowicz, 2013; Matuszewski *et al.*, 2008, 2010a, 2010b, 2011, 2013; Schultz *et al.*, 2008; Wang *et al.*, 2008; Segura *et al.*, 2009; Ozdemir e Sert, 2009; Bonacci *et al.*, 2010; Horenstein *et al.*, 2010; Anton *et al.*, 2011; Michaud *et al.*, 2011; Meyer *et al.*, 2013; Myburgh, *et al.* 2013, Sutherland *et al.*, 2013; Pechal *et al.*, 2014).

No contexto português também se tem recorrido ao uso de modelos animais mas sempre no âmbito da área da entomologia forense (Prado e Castro, 2011; Prado e Castro *et al.*, 2011a, 2011b, 2012).

Existem alguns estudos que tentam perceber o papel dos fatores tafonómicos como da temperatura (Micozzi, 1986; Megyesi *et al.*, 2005), dos fatores microbiológicos (Hopkins *et al.*, 2000), do solo (Forbes, 2008b; Forbes *et al.*, 2005a, 2005b, 2005c; Durães *et al.*, 2010), do efeito da exposição solar (Komar, 1999; Vitta *et al.*, 2007; Ozdemir, e Sert, 2009; Horenstein *et al.*, 2010; Prado e Castro *et al.*, 2011b; Gurafi e Mohamed, 2012), o efeito da roupa (Komar, 1999), do local de deposição (betão versus pasto) (Anton *et al.*, 2011), da massa corporal (Sutherland *et al.*, 2013) e da presença ou ausência de insetos (Pechal *et al.*, 2014).

Conhecer o contexto de deposição de um cadáver é essencial pois as características do local em que este se encontra vão afetar a sua decomposição podendo modificar todo o processo, acelerando-o ou mesmo impedindo a sua continuação (Ross e Cunningham, 2011).

O enterramento de um cadáver vai protegê-lo de vários agentes tafonómicos destrutivos, como a ação direta de fatores ambientais, por exemplo o sol, a chuva, ou a atividade da fauna (Pinheiro, 2006) que posteriormente serão descritos num capítulo próprio.

Espera-se que este estudo experimental traga vantagens para o conhecimento dos processos de decomposição e das influências que os fatores extrínsecos possam acarretar.

Como pôde ser constatado através da maioria dos estudos realizados, um dos modelos animais mais famosos na área das investigações é o porco doméstico, pois além de poder ter um peso corporal semelhante à dos humanos, é um animal omnívoro, a anatomia interna é semelhante à do Homem, tem ausência geral de pêlos, a flora intestinal e o padrão de decomposição assemelha-se ao do ser humano, os locais de oviposição e as espécies de insetos e a sua sucessão também são similares. (Komar, 1999;

Byrd e Castner, 2001; Campobasso *et al.*, 2001; Mise *et al.*, 2007; Marques, 2008; Pakosh e Rogers, 2009; Myburgh, 2010; Myburgh *et al.*, 2013; Sutherland *et al.*, 2013).

Dados não publicados de Haskell (1989) *in* Campobasso e colegas (2001), num estudo realizado na Universidade do Tennessee onde a sucessão de insetos e a decomposição foram comparadas entre um humano adulto, um humano não adulto e um modelo animal de porco, revelam que a comunidade de insetos entre humanos e o porco não mostrou diferenças significativas, mas a quantidade de tecidos influenciou a decomposição, ou seja, o humano não adulto decompôs em cinco dias, enquanto o humano adulto e o porco demoraram três a cinco vezes mais.

Além disso, o abdómen e a caixa torácica do porco, em adulto, são bastante parecidos com os do ser humano, isto em relação à anatomia e ao tamanho, daí servirem como um bom modelo (Komar, 1999). Schoenly e colegas (2007) sugeriram que o uso de carcaças de suínos com um peso entre os 23kg e os 27kg poderia substituir um cadáver humano em programas de investigação (Janjua e Rogers, 2008). O mesmo não se pode dizer da cabeça e dos membros, por isso não se podem tirar conclusões para comparação a partir destes elementos.

Tudo isto é facilitado pois é relativamente fácil obter leitões ou porcos adultos para estes estudos e para além da vantagem relativa às questões éticas¹ (Ferreira e Cunha, 2008).

Com modelos animais é possível pré definir o ambiente e controlar os fatores intrínsecos, pois o fato de serem da mesma ninhada faz com que o património genético seja muito semelhante e o momento e a causa de morte também podem ser “escolhidos”. Sendo os fatores intrínsecos excluídos é relativamente mais fácil fazer a monitorização dos fatores extrínsecos, torna-se um estudo mais fácil, preciso e fácil de ser replicado.

Existem algumas controvérsias acerca da validade dos diferentes modelos animais utilizados nas investigações, sendo necessário ter cuidado ao extrapolar dados a partir dos mesmos (Arnaldos *et al.*, 2005; Myburgh *et al.*, 2013).

Assim, a presente investigação pretende contribuir para a área da Tafonomia Forense bem como para um melhor entendimento dos processos de decomposição cadavérica e a sua relação com a estimativa do intervalo *postmortem*.

1.1. Tafonomia e intervalo *postmortem*

¹ Para que a utilização de animais tenha padrões éticos aceitáveis, todos os animais utilizados em estudos experimentais devem ser tratados com respeito e de forma humanitária. O principal problema da utilização de modelos animais é a problemática do respeito à vida e da abstinência de infligir dor e sofrimento aos animais. A primeira contribuição teórica para tentar minimizar os aspetos negativos relativos à utilização de modelos animais foi proposta por Russel e Burch em 1959 onde propuseram o conceito dos três “R” (reduction, replacement e refinement). 1 – Reduzir o número de modelos animais utilizados; 2 – Substituir o uso de modelos animais por outro tipo de estudos sempre que os objetivos científicos possam ser alcançados; 3 – Assegurar o mínimo possível de sofrimento ou stresse para os animais envolvidos no estudo (Portugal, 2011).

O termo **Tafonomia** vem do grego *taphos* que significa “enterramento” e *nomos* “lei”, logo tem como significado “as leis do enterramento” (Nawrocki, 1995, 1996; White e Folkens, 2005; Bartolomucci, 2008; Lyman, 2010; Domínguez-Rodrigo *et al.*, 2011; Stejskal, 2013).

Este termo foi primeiramente definido pelo russo Ivan Efremov (1940) (Smith, 1986; Lyman, 2002), e refere-se à transição (em todas as suas vertentes) de restos animais da biosfera para a litosfera. Desenvolvida em disciplinas como a Paleontologia (Nawrocki, 1995; White e Folkens, 2005), a Arqueologia e a Paleoantropologia, a Tafonomia tem vindo a ter reconhecimento crescente enquanto parte das competências da Antropologia Forense.

Assim, “Tafonomia pode ser considerada como a ciência que estuda as leis que regem a passagem do ser vivo a fóssil, ou seja, o estudo dos processos na sequência dos quais os organismos deixam de integrar a biosfera para fazerem parte da litosfera” (Ferreira, 2012: 5). Pode-se dizer que esta ciência estuda os processos *postmortem* que são a base da mesma.

A partir da década de 1970, a Tafonomia começou a ser aplicada em outros contextos, nomeadamente no estudo dos restos humanos pré-históricos (Dirkmaat *et al.*, 2008; Nawrocki, 2009), com algumas publicações de caráter relevante como as de Behrensmeyer (1978). A partir da década de 1980, o conceito já era aplicado quer ao estudo de restos humanos recuperados em contextos históricos como em contextos forenses (Carter e Tibbett, 2006; Carter *et al.*, 2007).

Na última década surgiram dois campos da Tafonomia aplicáveis a contextos forenses; a Biotafonomia que analisa as alterações dos restos humanos (Nawrocki, 1996, 2009) e a Geotafonomia que se debruça sobre os efeitos que os restos em decomposição têm sobre o ambiente geológico e sedimentar envolvente (Nawrocki, 1996, 2009). Aplicando estes dois campos e tendo em conta todo o ambiente envolvente à cena do crime, o perito em Tafonomia pode auxiliar na reconstrução das circunstâncias da morte. Além disso também pode contribuir para a identificação de pseudotraumas (traumas que acontecem depois da morte e que podem camuflar fraturas antemortem) (Ubelaker, 1997).

Em contextos forenses a análise tafonómica deve seguir uma abordagem holística e também deve conseguir fazer a ponte entre a análise em laboratório e o trabalho de campo.

O perito forense centra-se assim nos processos que rodeiam a morte, nomeadamente o período *peri* e *postmortem*, sendo que este último pode prolongar-se por dias, semanas ou mesmo anos (Komar, 1999; Carter, 2005; Harish e Sharma, 2005; Nawrocki, 2009). Um dos grandes desafios que um antropólogo tem de enfrentar é a estimativa do intervalo *postmortem*, ou **PMI**, e a determinação de acontecimentos que tenham ocorrido antes, durante e após a morte (Cattaneo, 2007; Cattaneo e Gibelli, 2009; Rogers, 2010; Ferreira, 2012; Ubelaker, 2013). Como consequência, todo este processo irá dar ênfase aos processos transformativos do cadáver, sendo que estas alterações *postmortem* incluem as alterações dos tecidos moles durante o processo de decomposição.

O padrão de pesquisa dos fatores tafonómicos que afetam a condição do esqueleto e dos vertebrados, segue uma abordagem uniformitarista, utilizando o estudo de modelos análogos

modernos, como o caso dos modelos animais, como forma de interpretar os acontecimentos que ocorreram no passado (Ferreira, 2012).

Para entenderem os processos *postmortem*, os tafonomistas têm adotado duas abordagens que se complementam: a neotafonomia ou também denominado por atualística que estuda os processos que ocorrem depois da morte, o processo da decomposição e os contextos de deposição, ou seja, é uma abordagem que se foca no ambiente atual e aplica os seus resultados ao passado por analogia (Ferreira, 2012). A outra abordagem é a paleotafonomia que é o estudo do registo fóssil, ou seja, examina o contexto e o conteúdo dos locais de deposição de forma a interpretar os processos de formação.

A Tafonomia Forense pode utilizar as duas abordagens, isto é, os estudos experimentais são considerados neotafonomia enquanto os *case studies* têm uma natureza paleotafonómica.

A Tafonomia foi incorporada nas ciências forenses para um melhor entendimento sobre a decomposição humana que posteriormente irá servir de base para a estimativa do intervalo *postmortem* e/ou o intervalo pós enterramento (Komar, 1999; Higley e Haskell, 2001; Megyesi *et al.*, 2005; Carter, 2005; Carter e Tibbett, 2006; Carter *et al.*, 2007), para ajudar na determinação da causa e circunstância da morte (Haglund e Sorg, 1997; Carter, 2005) e claro, também pode auxiliar na localização de sepulturas clandestinas (France *et al.*, 1997; Carter *et al.*, 2007).

A estimativa do intervalo *postmortem*, ou **PMI** (período de tempo decorrido desde a morte até à descoberta do cadáver (Pinheiro *et al.*, 2012; HauTEO *et al.*, 2013)), é uma das questões de maior importância para um antropólogo forense (Cattaneo, 2007; Myburgh *et al.*, 2013), pois este tem que saber responder se os restos ósseos encontrados são arqueológicos ou forenses (até quinze anos no caso português) (Goff 1991; Grellner e Glenewinkel, 1997; Querido, 1998). O perito forense lida com restos ósseos provenientes dos cemitérios, casos arqueológicos, bem como com corpos recentes em vários estados de decomposição (Berryman *et al.*, 1997; Pinheiro e Cunha, 2006; Ferreira, 2012).

A estimativa do PMI é essencial por diversos motivos, “desde a determinação da pertinência forense, contribui para a identificação da vítima e para a verificação de álibis, e para esclarecer casos de negligência e de direitos humanos como as mortes sob custódia” (Ferreira, 2012: 24).

Apesar de ser uma questão importante é considerada como uma tarefa difícil para um antropólogo forense (Cattaneo, 2007; Cattaneo e Gibelli, 2009; Rogers, 2010; Ferreira, 2012; Ubelaker, 2013). Isto devido à falta de informações do processo de decomposição do corpo humano em diferentes ambientes e/ou regiões geográficas (Ferreira, 2012). A estimativa do PMI baseada nos tecidos moles (Megyesi *et al.*, 2005; Forbes, 2008; Ross e Cunningham, 2011; Vass, 2011; Sutherland *et al.*, 2013) ou em análises entomológicas (Wells e LaMotte, 2009; Al-Mesbah *et al.*, 2012; Sutherland *et al.*, 2013) é bastante ampla e em constante atualização, contudo, quando pretendemos analisar restos esqueléticos a tarefa torna-se mais complicada (Ferreira, 2012).

Como referido anteriormente, quanto maior o PMI mais difícil se torna a sua estimativa (Kahana *et al.*, 1999; Prieto *et al.*, 2004; Amendt *et al.*, 2007; Cattaneo, 2007; Sutherland *et al.*, 2013) pois, como irá ser tratado num capítulo posterior, são vários os fatores que influenciam a

decomposição de um cadáver bem como aqueles que contribuem para a sua esqueletização. Sendo que para uma correta estimativa deve-se adquirir uma tática multidisciplinar e ter em conta toda a cena envolvente ao cadáver.

As metodologias de Payne (1965), Galloway e colaboradores (1989), Galloway (1997), Behrensmeyer (1978) e outras delas derivadas, podem ser aplicáveis a diversos contextos, pois servem apenas como uma ferramenta de classificação do estágio de decomposição ou no caso, de degradação óssea (Ferreira e Cunha, 2012). No entanto, muitos desses métodos têm uma aplicabilidade deveras reduzida (Ferreira e Cunha, 2012; Buekenhout *et al.*, 2015a, 2015b).

Quando lidamos com um cadáver fresco, normalmente o intervalo *postmortem* é estimado com base na observação dos fenômenos cadavéricos imediatos ou também designados por tríade *algor, rigor e livor mortis* (Rhine e Dawson, 1998; DiMaio e DiMaio, 2001). Após este período inicial outras abordagens são necessárias, baseadas no estado de decomposição cadavérica e/ou das alterações do ambiente envolvente. Nesta última abordagem diversos aspetos devem ser tidos em conta, pois são vários os fatores que influenciam o processo de decomposição, como os insetos que colonizam o cadáver, a flora envolvente, o solo onde o cadáver se encontra depositado e fatores circunstanciais como roupa e acessórios pertencentes ao cadáver, testemunhos de vizinhos e familiares, correio e/ou jornais por recolher na habitação da vítima, entre outros (DiMaio e DiMaio, 2001; Takebe, 2007).

A morte e a deposição de um cadáver num determinado ambiente vão perturbar todo o ecossistema envolvente, denominado por ilha de decomposição cadavérica, que é considerada a região do solo abaixo e em redor do cadáver em decomposição (Carter *et al.*, 2007; Aitkenhead-Peterson *et al.*, 2012), onde as características físico-químicas do solo podem ser utilizadas para estimar o PMI (Carter e Tibbett, 2008; Stokes *et al.*, 2009). A sua extensão pode variar consoante o tamanho corporal do cadáver, pela extensão da massa larvar e pela textura do solo (Carter *et al.*, 2007). Apesar de haver poucas investigações relacionadas com a ilha de decomposição cadavérica, esta é considerada uma zona de alta fertilidade (Carter *et al.*, 2007). Sabe-se que as suas características biológicas e físico-químicas se alteram com o decorrer do tempo, nomeadamente na sucessão da comunidade de insetos, plantas e fungos, mas também na variação de vários compostos químicos como o caso dos nitratos, sulfatos, o sódio, o amónio, o potássio e os ácidos gordos voláteis (Carter e Tibbett, 2008; Stokes *et al.*, 2009; Aitkenhead-Peterson *et al.*, 2012; Ferreira, 2012). Apesar das características biológicas e físico-químicas da ilha serem conhecidas, infelizmente cada sepultura é única, pois fatores ambientais, como a vegetação e a sua associação com a microbiologia do solo, o clima, a geologia, topografia ou o aspeto e o tempo de formação da ilha variam (Aitkenhead-Peterson *et al.*, 2012).

As alterações estruturais e da composição do corpo tendem a seguir uma determinada sequência, assim a avaliação dos tipos e graus de modificações ocorridos podem auxiliar na estimativa do PMI (Vass, 2011; Zhou e Byard, 2011; Ferreira, 2012).

Diversos estudos sobre as sequências da decomposição cadavérica foram realizados ao longo dos anos. Galloway e colegas (1989) fizeram um estudo retrospectivo de casos forenses do Sul do

Arizona estabelecendo as bases para a classificação dos estados de decomposição e que hoje servem de base para comparar entre diferentes análises.

Em **2005, Megyesi e colegas** publicaram resultados impressionantes com base em casos retrospectivos de cadáveres com o intervalo *postmortem* inferior a um ano, recolhidos de vários ambientes exteriores e à superfície (Myburgh, 2010; Ferreira, 2012). Apresentaram um método para calcular o PMI baseado no estado de decomposição do cadáver e da temperatura ambiente (Megyesi *et al.*, 2005; Vass, 2011). Este método incorpora abordagens qualitativas e quantitativas. Os dados qualitativos sobre a decomposição foram convertidos em scores quantitativos a partir de três regiões do corpo: cabeça e pescoço (toda a região da cabeça até à cintura escapular, que não é incluída) (Tabela A1), o tronco (cintura escapular, tórax, abdómen e cintura pélvica) (Tabela A2) e membros (onde os membros se encontram com o corpo exceto o ombro e a cintura pélvica) (Tabela A3) (Myburgh, 2010; Myburgh *et al.*, 2013; Sutherland *et al.*, 2013). Primeiramente é necessário calcular o “total body score” (TBS) de cada região separadamente e depois faz-se o somatório que dá o total do TBS (Megyesi *et al.*, 2005), que tem por base uma modificação dos estádios de Galloway (1997). Após esta fase, faz-se o cálculo dos graus dia acumulados (ADD) que representam a quantidade de energia térmica necessária para terminar um processo biológico, como o desenvolvimento de bactérias e larvas (Megyesi *et al.*, 2005; Ferreira, 2012; Myburgh, 2010; Myburgh *et al.*, 2013; Sutherland *et al.*, 2013). Os ADD foram sugeridos como um método viável para quantificar a taxa de decomposição (Megyesi *et al.*, 2005).

Para calcular os ADD utiliza-se a seguinte fórmula:

$$ADD=10^{(0,002*TBS*TBS+1,81)} \pm 388,16$$

Ao usar os ADD as avariáveis associadas à temperatura podem ser padronizadas, permitindo que os estudos possam ser comparados (Simmons *et al.*, 2010; Sutherland *et al.*, 2013). A decomposição dos tecidos moles termina assim que os 1285 ±110 ADD sejam atingidos, ou seja, quando se atinge a fase de pré esqueletização (Vass, 2011; Ferreira, 2012). “Para este método poder ser utilizado é necessário conhecer as temperaturas médias diárias da área onde o cadáver foi encontrado, somá-las (os valores negativos devem assumir o valor de 0°C), até atingir o valor do ADD, encontrando assim o dia da morte” (Ferreira, 2012:27; Ferreira e Cunha, 2012; Megyesi *et al.*, 2005).

Aparentemente parece um método simples, mas tem algumas desvantagens:

- É necessário conhecer as temperaturas médias diárias da área onde o cadáver foi encontrado, o que nem sempre é possível pois nem sempre existem estações meteorológicas próximas e mesmo que existam estas captam a temperatura do ar, o que não é tão aconselhável para este método pois as mais indicadas são as temperaturas da ilha de decomposição cadavérica (no caso de um cadáver

deposto à superfície importam as temperaturas da superfície do solo e no caso de cadáveres inumados as temperaturas do solo (Carter e Tibbett, 2008; Ferreira e Cunha, 2012);

- Este método foi desenvolvido para ambientes exteriores e cadáveres depositos à superfície (Ferreira e Cunha, 2012), apesar de alguns autores defenderem que é um método que pode ser utilizado para cadáveres encontrados no interior de edifícios, mas ainda assim os cadáveres inumados são excluídos;

- Um aspeto particularmente importante é o fato da adipocera ser excluída, sendo que este método não pode ser utilizado em cadáveres que apresentem a sua formação (Ferreira, 2012; Ferreira e Cunha, 2012).

É de realçar que a temperatura do solo é diferente da ambiental e bastante mais constante, mas também porque a temperatura que mais influencia a decomposição de um cadáver à superfície é a temperatura à superfície do solo e não a temperatura do ambiente que é fornecida pela estações meteorológicas (Carter e Tibbett, 2008; Ferreira, 2012) o que torna os métodos que utilizam a temperatura ambiente menos precisos.

Apesar de todos os inconvenientes, o método de Megyesi e colegas (2005) é utilizado em várias regiões geográficas (Myburgh, 2010).

Em **2011**, **Vass** publica duas fórmulas universais, uma para ambientes aeróbicos e outra para ambientes anaeróbicos. Estas fórmulas têm em conta os aspetos que afetam a decomposição, tais como a temperatura, humidade e a pressão parcial de oxigénio (Vass, 2011). Ambas requerem que os restos humanos estejam na fase de pré esqueletização, ou seja, restos cadavéricos com cerca de 1285 ± 110 ADD ou menos, o que quer dizer que os cadáveres ainda têm que ter alguns tecidos moles (Vass, 2011; Ferreira e Cunha, 2012).

A fórmula utilizada para ambientes aeróbicos é a seguinte:

$$PMI(aeróbico) = \frac{1285 * (\frac{Decomposição}{100})}{0,0103 * temperatura * humidade}$$

Legenda:

1285 É uma constante que representa o valor empírico de ADD; **decomposição** é um único valor entre 1 e 100 que representa a melhor estimativa do alcance da decomposição do cadáver (tabela 1 in Vass, 2011: 36); **0,0103** é uma constante que representa uma medida empírica do efeito da humidade na taxa de decomposição; **temperatura** é o valor em graus Celsius da média de temperatura do local ou do dia em que o cadáver foi descoberto ou da média de temperatura de um período de tempo; **humidade** é um valor entre 1 e 100 que representa a média de humidade do local onde o cadáver foi encontrado ou a média de humidade durante um período de tempo (Vass, 2011).

Esta fórmula requer que o corpo esteja depositos à superfície; esteja na fase pré esqueletização; o corpo tem que ter no mínimo um dia *postmortem* e deve estar intacto, ou seja, sem danos causados

por carnívoros ou pelo desmembramento pois pode enviesar os resultados; as temperaturas têm que ser superiores a 0°C; a média de temperatura e da humidade tem que ser do local onde o corpo se encontrava e não pode haver adipocera presente ou no caso de haver tem que ser em pouca quantidade.

Para ambientes anaeróbicos a fórmula é ligeiramente diferente:

$$PMI(anaeróbico) = \frac{1285 * \left(\frac{Decomposição}{100}\right) * 4.6 * adipocera}{0,0103 * temperatura * humidade do solo}$$

Legenda:

1285 É uma constante que representa o valor empírico de BADD, ou seja, o valor de ADD do enterramento; **decomposição** é um único valor entre 1 e 100 que representa a melhor estimativa do alcance da decomposição do cadáver (tabela 1 in Vass, 2011: 36); **4.6** é uma constante que representa um abrandamento na taxa de decomposição devido à escassez de oxigénio; **adipocera** é um valor baseado numa estimativa da percentagem (tabela 2 in Vass, 2011:37); **0,0103** é uma constante que representa uma medida empírica do efeito da humidade na taxa de decomposição; **temperatura** é o valor em graus Celsius da temperatura do solo ou na altura da escavação e ao mesmo nível do cadáver ou da média de temperatura de um período de tempo; **humidade do solo** é um valor entre 1 e 100 que representa a humidade do solo do local onde o cadáver foi encontrado ou a média de humidade durante um período de tempo (Vass, 2011).

Esta fórmula requer que o corpo esteja inumado a uma profundidade entre 46cm a 107cm; esteja na fase pré esqueletização; as temperaturas do solo têm que ser superiores a 0°C; o local onde o cadáver se encontra não pode ser um local com grande concentração de água, como margens de rios e lagos (Vass, 2011)

Um dos erros comumente observados é que os ADD ultrapassam os 1285, mas o mais importante é que o cadáver se encontre na fase de pré esqueletização (Vass, 2011). Apesar das várias restrições e dificuldades, estas fórmulas têm sido amplamente utilizadas em casos espalhados por todo o mundo e com bastante sucesso (Vass, 2011).

A dificuldade na estimativa do PMI é confirmada pela falta de métodos confiáveis que existem atualmente, especialmente quando se trata do período de pós esqueletização, pois quanto maior for o intervalo de tempo mais difícil se torna a estimativa do PMI (Cattaneo, 2007; Granrud e Dabbs, 2012; Boaks e Mortazavi, 2014)

Janjua e Rogers (2008) determinaram quatro estádios de degradação óssea baseados em Galloway (1997) e respetivos tempos de ocorrência com base na análise de fémures e metatarsos de porco sem tecidos moles.

Ross e Cunningham (2011) basearam-se nas categorias de Behrensmeyer (1978) e desenvolveram uma classificação de cinco estádios de degradação óssea relacionados com o PMI para restos inumados em ambientes tropicais.

Outros métodos para estimar o PMI têm vindo a ser estudados, como o teste de luminol, métodos químicos como o conteúdo em azoto, quantificação de aminoácidos, testes que recorrem à deteção de compostos sanguíneos nos ossos como a fluorescência UV, mas este tipo de métodos não tem mostrado muitos resultados, testes imunológicas baseadas na deteção da atividade serológica residual, testes histológicos, conteúdo de lípidos dos ossos, e claro também há a existência de métodos mais dispendiosos que pode servir como exclusão para casos de Antropologia Forense como o caso das datações por radiocarbono.

Apesar de todos estes métodos não serem 100% precisos, a estimativa do PMI complica-se mais um bocado devido a vários fatores intrínsecos, como a idade do indivíduo, a causa da morte, a sua constituição física, entre outros, e fatores extrínsecos como a ventilação, humidade (Galloway *et al.*, 1989; Clark *et al.*, 1997; Sledzik, 1998; Campobasso *et al.*, 2001; Vitta *et al.*, 2007; Vass, 2011; Lopes, 2012), a presença ou ausência de artrópodes e seus predadores (Payne, 1965; Micozzi, 1986; Carvalho e Linhares, 2001; Marques, 2008; Horenstein *et al.*, 2010; Matuszewski *et al.*, 2010a; Myburgh, 2010; Vass, 2011), pelo tipo e tamanho da carcaça (carcaças menores decompõem mais rapidamente que as carcaças maiores) (Payne, 1965; Komar, 1999; Ubelaker, 1997; Anderson, 2001; Campobasso *et al.*, 2001; Arnaldos *et al.*, 2006; Vitta *et al.*, 2007; Horenstein *et al.*, 2010; Simmons *et al.*, 2010), percentagem de tecidos gordos ou a massa corporal, doenças e lesões associadas (Vass, 2011), a região geográfica e o clima associado, a temperatura, a precipitação, a vegetação, a concentração de oxigénio, pH, o tipo de solo e as condições meteorológicas que não podem ser controladas, a deposição do cadáver ao ar livre ou em locais fechados, a presença de roupas ou o envolvimento do cadáver em sacos e/ou grandes tecidos, vão afetar a decomposição (Behrensmeyer, 1978; Micozzi, 1986; Smith, 1986; Bass, 1997; Clark *et al.*, 1997; Ubelaker, 1997, 2008; Sledzik, 1998; Anderson, 2001; Campobasso *et al.*, 2001; Fielder e Graw, 2003; Neher *et al.*, 2003; Knight e Saukko, 2004; Prieto *et al.*, 2004; Megyesi *et al.*, 2005; Arnaldos *et al.*, 2006; Dirkmaat *et al.*, 2008; Forbes, 2008a; Marques, 2008; Gunn, 2009; Ozdemir e Sert, 2009; Bonacci *et al.*, 2010; Gaudry, 2010; Horenstein *et al.*, 2010; Myburgh, 2010; Myburgh *et al.*, 2013; Carvalho e Linhares, 2001; Ross e Cunningham, 2011; Schotsmans *et al.*, 2011; Vass, 2011; Zhou e Byard, 2011; Lopes, 2012; Kasper *et al.*, 2012; Ferreira e Cunha, 2013; Stejskal, 2013; Sutherland *et al.*, 2013).

Além disso, a combinação de todos estes fatores contribui para a ecologia das plantas, insetos e animais de maior porte que têm um forte impacto na decomposição do cadáver (Ferreira e Cunha, 2013). Os fatores que influenciam a decomposição e a estimativa do PMI serão analisados num capítulo posterior.

Apesar das várias investigações feitas ao longo dos anos, estimar o PMI ainda permanece como uma tarefa árdua e muitas vezes de pouca precisão. A maioria dos investigadores concorda que

são necessárias mais pesquisas sobretudo na estimativa do PMI com base em restos parcial ou totalmente esqueletizados, e que também se deve fazer mais estudos sobre a decomposição cadavérica em diferentes ambientes e regiões geográficas (Myburgh *et al.*, 2013).

1.1.1. Decomposição cadavérica

A **morte** é definida como um processo contínuo que ocorre ao longo de um período de tempo e não um momento exato (Gill-King, 1997; Rodriguez, 1997; Santos, 2004; Takebe, 2007; Enwere, 2008; Martins, 2009). Os sinais devidos à cessação das funções vitais são a ausência de movimentos respiratórios, dos batimentos cardíacos, da resposta a estímulos dolorosos, cessação dos movimentos como a imobilidade, a flacidez e a ausência de tônus muscular e dos reflexos (Santos, 2004; Bartolomucci, 2008; Marques, 2008). Numa fase primária ocorre a morte somática onde há a cessação da atividade de diversos órgãos vitais. Numa segunda fase ocorre a morte celular, denominada por autólise, onde o metabolismo cessa e todas as células do corpo acabam por entrar em falência. O processo da decomposição inicia-se durante e após esta fase e progride até o cadáver estar esqueletizado (Nafte, 2000; Dent *et al.*, 2004; Takebe, 2007; Goff, 2010).

Após a morte existe um conjunto de fenômenos que vai surgindo e que irá ser alvo de estudo, pois muitas vezes estes revelam-se importantes na investigação criminal, sendo denominados por **fenômenos *postmortem*** (Haglund e Sorg, 1997, 2002; Campobasso *et al.*, 2001; Santos, 2004; Tsokos, 2005; Enwere, 2008; Gunn, 2009; Goff, 2010; Zhou e Byard, 2011) ou também conhecidos por sinais de certeza de morte. Estes, no entanto, devem ser conhecidos por todos os intervenientes da investigação, desde polícias a juízes e advogados (Santos, 2004).

1.1.1.1. Fenômenos cadavéricos imediatos

Os **fenômenos cadavéricos imediatos** que derivam da cessação das funções vitais vão desde o **arrefecimento cadavérico**, à **rigidez** e aos **livores cadavéricos** e à **desidratação** (Campobasso *et al.*, 2001; Bartolomucci, 2008; Amendt *et al.*, 2011).

Segundo DiMaio e DiMaio (2001), DiMaio e Dana (2006), Catanese e colegas (2010), Zhou e Byard (2011), Lopes (2012) e Stejskal (2013), o **arrefecimento cadavérico**, ou ***algor mortis***, é caracterizado pela diminuição da temperatura, sendo que este arrefecimento não é linear (DiMaio e Dana, 2006; Iscan e Steyn, 2013), já que este, normalmente, se inicia na face, mãos e/ou pés. O corpo perde calor por condução, convecção e por irradiação (Tsokos, 2005; Bartolomucci, 2008; Myburgh, 2010). É de realçar que o arrefecimento é influenciado por diversos fatores, nomeadamente os fatores antrópicos, como a posição do cadáver e a presença de roupa (Myburgh, 2010; Lopes, 2012), os fatores ambientais como a humidade, o movimento de ar e a exposição ao sol ou ao calor (DiMaio e Dana, 2006; Myburgh, 2010; Lopes, 2012) e os fatores individuais como por exemplo a causa de

morte, a constituição física, o sexo (nas mulheres a perda de calor é ligeiramente maior (DiMaio e Dana, 2006)) e o tamanho corporal que também é importante (um cadáver menor irá arrefecer mais rapidamente que um cadáver de maiores dimensões, nas mesmas condições) (Goff, 2010).

Tracqui (2000) propôs que a perda de calor é mais lenta em corpos obsessos devido à maior massa corporal e também porque a gordura funciona com um isolador. Por abrandar a perda de calor, a taxa de decomposição é afetada e assim o arrefecimento *postmortem* é inibido (Zhou e Byard, 2011).

O *algor mortis* é o fenómeno cadavérico de maior utilidade pra a determinação do intervalo *postmortem* nas primeiras vinte e quatro horas após a morte (DiMaio e Dana, 2006; Myburgh, 2010; Iscan e Steyn, 2013; Poposka *et al.*, 2013). Normalmente, apenas utilizável em climas temperados. Mas existem dois grandes problemas no recurso a este fenómeno para a determinação do intervalo *postmortem*, sendo eles o desconhecimento da temperatura do corpo no momento da morte e o desconhecimento da duração do planalto inicial *postmortem* que pode durar entre trinta minutos a uma hora e pode mesmo chegar a cinco horas (Myburgh, 2010).

O tempo que um determinado corpo tarda a igualar a sua temperatura com a do meio ambiente depende mais da diferença entre a sua temperatura e a ambiental que dos valores absolutos de ambas as temperaturas (Lei de Newton (Myburgh, 2010)). Embora esta lei não se aplique totalmente ao corpo humano devido à grande massa, à sua forma irregular e à composição dos tecidos que têm diferentes propriedades químicas (Myburgh, 2010). Mas uma coisa é certa, a velocidade de arrefecimento é proporcional à diferença entre a temperatura da superfície corporal e o meio ambiente.

Este fenómeno pode ser verificado através do tato ou do uso de um termómetro (temperatura retal).

No entanto quando a morte foi causada por septicemia, por golpe de calor ou por tétano, após a morte pode haver um aquecimento.

De seguida instala-se a **rigidez**, também denominada por ***rigor mortis*** que está relacionada com o desaparecimento de ATP² dos músculos, da desidratação e da acumulação de ácido láctico (DiMaio e DiMaio, 2001; Amendt *et al.*, 2004; DiMaio e Dana, 2006; Goff, 2010; Tibbett, 2010; Poposka *et al.*, 2013). As proteínas musculares contêm miosina e actina que formam um composto contráctil, a actomiosina, sob a influência da enzima adenosina trifosfato – ATP. Após a morte o ATP é progressivamente destruído, e a actomiosina forma um gel firme, até que, sob a influência da putrefação, se inicia a desintegração das proteínas e uma perda progressiva da rigidez. A rigidez cadavérica envolve todos os músculos do corpo ao mesmo tempo (Poposka *et al.*, 2013). Primeiramente torna-se mais evidente nas pálpebras (Cardoso, 2002) e nos músculos faciais (Clark *et al.*, 1997; DiMaio e DiMaio, 2001; Amendt *et al.*, 2004; DiMaio e Dana, 2006; Gunn, 2009; Goff, 2010; Myburgh, 2010; Iscan e Steyn, 2013; Stejskal, 2013) estendendo-se aos poucos a todo o cadáver.

² Trifosfato de adenosina (ATP) é a fonte de energia que mantém os músculos em funcionamento.

Este é influenciado por vários fatores como a causa da morte, a condição física (DiMaio e Dana, 2006; Goff, 2010), a temperatura ambiente (Goff, 2010; Myburgh, 2010; Stejskal, 2013) entre outros. É um fenómeno que tem início duas a quatro horas após a morte (Clark *et al.*, 1997; DiMaio e DiMaio, 2001; DiMaio e Dana, 2006; Gunn, 2009; Iscan e Steyn, 2013; Stejskal, 2013), está completa ao fim de seis a doze horas (DiMaio e Dana, 2006), atinge a intensidade máxima ao fim de treze a vinte e quatro horas (Clark *et al.*, 1997; Amendt *et al.*, 2004; Catanese *et al.*, 2010) e desaparece no início da decomposição, ao fim de trinta e seis a quarenta e oito horas em climas temperados (Clark *et al.*, 1997; DiMaio e DiMaio, 2001; DiMaio e Dana, 2006; Stejskal, 2013) podendo chegar até aos seis dias em outros clima (DiMaio e DiMaio, 2001).

Os **livores**, ou *livor mortis*, também denominados por hipóstases, são caracterizados pela acumulação de sangue não circulante nos vasos sanguíneos da pele nas regiões de declive (Clark *et al.*, 1997; DiMaio e DiMaio, 2001; Cardoso, 2002; DiMaio e Dana, 2006; Martins, 2009; Catanese *et al.*, 2010; Goff, 2010; Myburgh, 2010; Lopes, 2012; Poposka *et al.*, 2013; Stejskal, 2013), sendo considerado um fenómeno meramente mecânico. A localização desses livores depende da posição em que o cadáver se encontra (DiMaio e Dana, 2006). Geralmente são de coloração roxo-avermelhado ou vermelho-arroxeadado (variando entre o vermelho claro e o azul escuro), mas pode variar consoante a causa de morte (Clark *et al.*, 1997; DiMaio e DiMaio, 2001; DiMaio e Dana, 2006; Gunn, 2009; Stejskal, 2013). Estes podem ser móveis, quando rapidamente desaparecem (normalmente nas primeiras seis horas), ou fixos, quando permanecem durante um certo período de tempo (normalmente após as doze horas) (Iscan e Steyn, 2013). É de comum acordo que é um dos primeiros sinais de morte (Poposka *et al.*, 2013). É um fenómeno que possivelmente auxilia na causa da morte, nas mudanças de posição do cadáver e do intervalo *postmortem* (DiMaio e DiMaio, 2001; Catanese *et al.*, 2010; Ferreira, 2012).

O aspeto e a intensidade são condicionados pela estrutura corporal, pela causa de morte, posição do cadáver, pela temperatura ambiental, idade, entre outros (DiMaio e Dana, 2006).

Começam a surgir cerca de quinze/trinta minutos a duas/três horas após a morte (Clark *et al.*, 1997; DiMaio e DiMaio, 2001; Gunn, 2009; Catanese *et al.*, 2010; Stejskal, 2013), generalizados a todo o cadáver ao fim de seis/oito horas, tornam-se fixos a partir das dez/doze horas após a morte (DiMaio e DiMaio, 2001; Gunn, 2009; Catanese *et al.*, 2010; Goff, 2010; Poposka *et al.*, 2013; Stejskal, 2013) e atingem a intensidade máxima por volta das doze horas (Goff, 2010) (entre as três e as dezasseis horas (Clark *et al.*, 1997; Myburgh, 2010)). Contudo, podem não ser observáveis.

Podem ainda existir livores paradoxais que surgem em regiões em que não são de declive. Apresentam a forma de manchas (acompanhadas frequentemente de petéquias hemorrágicas) e observam-se sobretudo na face, regiões anteriores do pescoço e do tórax, particularmente nas mortes súbitas e nas asfíxicas.

Por fim a **desidratação** causa perda de peso, que é constante mas apenas notória em crianças de tenra idade ($\pm 8\text{g/kg}$ de peso por dia: cerca de 18g/kg nas primeiras vinte e quatro horas), provoca

também apergaminhamento cutâneo caracterizado por áreas escoriadas (placas amarelas, secas, duras, espessas, com consistência de pergaminho e com visualização da rede vascular), desidratação das mucosas e pode ainda provocar fenómenos a nível ocular como a opacificação da córnea (olhos abertos quarenta e cinco minutos a quatro horas, olhos fechados vinte e quatro horas), mancha esclerótica de Sommer-Larcher (dez/doze horas) e afundamento do globo ocular (duas/três horas) (DiMaio e DiMaio, 2001; Catanese *et al.*, 2010; Ferreira, 2012; Stejskal, 2013).

Este conjunto de fenómenos são utilizados pelos patologistas para estimar o PMI mas rapidamente deixam de ser úteis (Anderson e Cervenka, 2002; DiMaio e Dana, 2006; Nawrocki, 2009; Tibbett e Carter, 2009). Além de que estão limitados às primeiras setenta e duas horas após a morte (Campobasso *et al.*, 2001; Amendt *et al.*, 2011).

1.1.1.2. Fenómenos cadavéricos destrutivos

Após as modificações imediatos têm início os **fenómenos tardios ou destrutivos/transformativos** que incluem a **autólise** e a **putrefação** (Clark *et al.*, 1997; Gill-King, 1997; Campobasso *et al.*, 2001; Fielder e Graw, 2003; Dent *et al.*, 2004; Bartolomucci, 2008; Enwere, 2008; Marques, 2008; Cainé, 2010; HauTEO *et al.*, 2013). Estes fenómenos seguem uma sequência e causam modificações extensas no cadáver, quer a nível morfológico quer na estrutura do corpo (Campobasso *et al.*, 2001; Dent *et al.*, 2004; DiMaio e DiMaio, 2001; Pinheiro, 2006; Carter e Tibbett, 2008; Forbes, 2008a; Tibbett e Carter, 2009; Ross e Cunningham, 2011; Schotsmans *et al.*, 2011; Zhou e Byard, 2011; Ferreira e Cunha, 2012; HauTEO *et al.*, 2013).

Com o aumento do intervalo *postmortem* os elementos visuais morfológicos devem-se à decomposição e aí a antropologia torna-se mais capaz de fazer uma melhor estimativa do PMI (Megyesi *et al.*, 2005; Tibbett, 2010).

Embora a **autólise** esteja “dentro” dos fenómenos tardios, este fenómeno deve sim ser considerado um fenómeno imediato pois começa imediatamente após a morte (Fielder e Graw, 2003; Dent *et al.*, 2004; Tsokos, 2005; Enwere, 2008; Zhou e Byard, 2011). A autólise é um processo anaeróbico onde há destruição celular provocada pela atividade enzimática das próprias células, que se inicia logo após a morte, podendo iniciar-se após poucos minutos (Payne, 1965; Clark *et al.*, 1997; DiMaio e DiMaio, 2001; Fielder e Graw, 2003; Dent *et al.*, 2004; Knight e Saukko, 2004; DiMaio e Dana, 2006; Pinheiro e Cunha, 2006; Enwere, 2008; Catanese *et al.*, 2010; Ferreira, 2012; Joseph *et al.*, 2011; HauTEO *et al.*, 2013). É uma transformação química que é acelerada com o calor (DiMaio e DiMaio, 2001; Tsokos, 2005; Zhou e Byard, 2011), retardada pelo frio e pode ser cessada pela congelação ou pela inativação enzimática por calor excessivo (Clark *et al.*, 1997; Gill-King, 1997; DiMaio e DiMaio, 2001; Forbes, 2008a; Ferreira, 2012).

Este fenómeno deve-se à diminuição do pH intracelular causada pela acumulação de dióxido de carbono que ocorre após a morte do indivíduo. Como é óbvio, nos órgãos mais ricos em enzimas a

autólise é mais rápida, como o caso do pâncreas (Clark *et al.*, 1997; DiMaio e DiMaio, 2001; DiMaio e Dana, 2006; Catanese *et al.*, 2010; Ferreira, 2012).

Após a autólise terminar inicia-se imediatamente a **putrefação**. Esta é representada pela destruição celular causada pela ação das bactérias e da fermentação (Clark *et al.*, 1997; Gill-King, 1997; Campobasso *et al.*, 2001; DiMaio e DiMaio, 2001; Dent *et al.*, 2004; Bartolomucci, 2008; DiMaio e Dana, 2006; Pinheiro, 2006; Pinheiro e Cunha, 2006; Enwere, 2008; Cainé, 2010; Catanese *et al.*, 2010; Ferreira, 2012; Kasper *et al.*, 2012; HauTEO *et al.*, 2013). Após a morte a flora bacteriana do trato gastrointestinal inicia a putrefação (Cardoso, 2002; Cainé, 2010), cerca de 96 a 99% destas bactérias são anaeróbicas (Dent *et al.*, 2004; DiMaio e Dana, 2006; Enwere, 2008; Cainé, 2010; Kasper *et al.*, 2012; Stejskal, 2013), onde os tecidos são gradualmente dissolvidos em líquidos, gases e sais (DiMaio e DiMaio, 2001; Pinheiro, 2006; Pinheiro e Cunha, 2006; Forbes, 2008a; Ferreira, 2012; HauTEO *et al.*, 2013). Normalmente este fenómeno só é observado quarenta e oito a setenta e duas horas após a morte (Dent *et al.*, 2004; Enwere, 2008; Iscan e Steyn, 2013).

Um dos primeiros sinais da putrefação é a coloração esverdeada na região da fossa ilíaca direita devido ao elevado número de bactérias mas esta acaba por se estender a todo o abdómen e tórax (Gill-King, 1997; DiMaio e DiMaio, 2001; DiMaio e Dana, 2006; Pinheiro, 2006; Martins, 2009; Cainé, 2010; Myburgh, 2010; Ferreira, 2012; Iscan e Steyn, 2013). A atividade bacteriana é responsável pela produção de diversos gases (hidrogénio, amoníaco, metano, ácido sulfídrico, anidrido carbónico, nitrogénio), ácidos (fórmico, oleico, succínico, leucínico, acético, palmítico, butírico, láctico, oxálico, etc.), lactonas (valerolactona), sais de amónio, ácidos aminados (leucina, tirosina, glicocola), corpos aromáticos sem nitrogénio (ácido fenilacético, fenol, ácido fenilpropiónico, etc.) e ptomaínas que levam ao aumento do volume corporal, levando a que o cadáver aparente estar inchado (Gill-King, 1997; DiMaio e Dana, 2006; Pinheiro, 2006; Pinheiro e Cunha, 2006; Enwere, 2008; Ferreira, 2012; Stejskal, 2013). Posteriormente a pele começa a soltar-se, bem como os cabelos, pêlos e as unhas (DiMaio e DiMaio, 2001; DiMaio e Dana, 2006; Pinheiro, 2006; Ferreira, 2012). As larvas acabam por emergir e começam a consumir o cadáver formando orifícios que permitem o acesso a diversas bactérias, o que acelera a decomposição (Pinheiro, 2006; Pinheiro e Cunha, 2006; Forbes, 2008a; Zhou e Byard, 2011; Ferreira, 2012).

Este processo ocorre sob condições ótimas entre os 21°C e os 38°C, é retardado a temperaturas inferiores a 10°C ou superiores a 40°C (Forbes, 2008a; Forbes *et al.*, 2005b; DiMaio e Dana, 2006; Gaudry, 2010). Temperaturas muito altas ou muito baixas desaceleram a decomposição da matéria orgânica inibindo a proliferação das bactérias e preservando os tecidos corporais durante mais tempo (Campobasso *et al.*, 2001; Hedges, 2002).

O aumento da pressão abdominal devido aos gases formados leva a que os líquidos, fezes e urina sejam expulsos pelas cavidades naturais, ou pelos orifícios formados pelas larvas (DiMaio e DiMaio, 2001; Pinheiro, 2006), levando automaticamente a uma diminuição do volume do cadáver.

São vários os fatores que afetam a velocidade da putrefação: quanto mais cedo começa, mais rápido é o processo; quando os tecidos estão bem hidratados a putrefação é mais rápida; é um processo mais rápido em crianças que nos adultos (Pinheiro, 2006), apesar de nos recém-nascidos tardar a iniciar-se (Pinheiro, 2006; Marques, 2008); corpos obesos decompõem muito mais rápido devido à maior quantidade de líquidos presentes nos tecidos que favorece o desenvolvimento e disseminação das bactérias (Campobasso *et al.*, 2001; Pinheiro, 2006; Pinheiro e Cunha, 2006; Marques, 2008); em cadáveres expostos ao ar livre a putrefação é bastante mais rápida que em corpos submersos em água ou corpos inumados (cerca de uma semana ao ar livre, duas semanas em casos de submersão e oito semanas em contexto de inumação com as mesmas condições de temperatura (Prieto *et al.*, 2004; Pinheiro, 2006)

Diversos fatores influenciam a velocidade da putrefação de um corpo à superfície, desde a temperatura atmosférica (Pinheiro, 2006; Pinheiro *et al.*, 2012), ou mais precisamente, a temperatura da ilha de decomposição cadavérica pois a própria atividade das larvas pode aumentar a temperatura devido ao calor metabólico produzido pela sua frenética atividade (Payne, 1965; Bass, 1997; Gill-King, 1997; Haskell *et al.*, 1997; Campobasso *et al.*, 2001; Amendt *et al.*, 2004, 2007; Bonacci *et al.*, 2010; Pinheiro *et al.*, 2012), a humidade atmosférica (Pinheiro, 2006), ao estado nutricional do cadáver, à idade, a causa de morte, entre outros (Campobasso *et al.*, 2001; Knight e Saukko, 2004; Pinheiro, 2006). Existem também fatores que diminuem a velocidade deste processo em cadáveres inumados, desde a ausência de oxigénio, a dificuldade no acesso ao cadáver por parte da fauna necrófaga, as temperaturas tendem a ser mais baixas e constantes que as temperaturas da superfície, o tipo de solo (em solos porosos a putrefação é mais rápida que em solos alcalinos, solos mais húmidos tornam a putrefação mais lenta), a profundidade, quanto maior a profundidade mais lenta é a putrefação. Estes fatores serão discutidos mais adiante.

Na literatura mais antiga este fenómeno pode ser dividido em quatro períodos mas que são bastante variáveis:

O **período colorativo** ou **cromático** que se inicia dezoito a vinte e quatro horas após a morte (Bartolomucci, 2008). Pode durar vários dias (sete a doze dias dependendo das condições climáticas (Bartolomucci, 2008)). A primeira manifestação da putrefação é o aparecimento de uma mancha verde na região da fossa ilíaca direita (Gill-King, 1997; DiMaio e DiMaio, 2001; DiMaio e Dana, 2006; Pinheiro, 2006; Pinheiro e Cunha, 2006; Martins, 2009; Cainé, 2010; Myburgh, 2010; Ferreira, 2012).

No **período enfisematoso** há o desenvolvimento de uma grande quantidade de gases que levam ao inchaço do cadáver desfigurando-o (Bartolomucci, 2008; Martins, 2009; Cainé, 2010). Tem início na primeira semana e pode durar até duas semanas após a morte (Bartolomucci, 2008).

O **período coliquativo** ou **de liquefação** tem início no primeiro mês e pode durar vários meses ou mesmo dois a três anos (Bartolomucci, 2008). A epiderme separa-se da derme onde há a formação de bolhas cutâneas (Cainé, 2010). As unhas e os pêlos soltam-se. Os gases vão sendo libertados aos poucos, diminuindo assim o volume corporal (Martins, 2009; Cainé, 2010).

Por fim, o **período esquelético** que pode durar até cinco anos. Os tecidos moles do cadáver vão desaparecendo progressivamente através da liquefação. O esqueleto pode permanecer unido pois os tecidos fibrosos, os ligamentos e as cartilagens são mais resistentes.

No entanto estes períodos e a sua duração não são bem certos nem devem ser identificadas como um momento distinto mas sim como uma sequência de fenómenos sobrepostos e combinados numa progressão ininterrupta até a matéria orgânica estar completamente decomposta (Campobasso *et al.*, 2001; Pinheiro, 2006), isto porque um cadáver pode encontrar-se em vários estádios de decomposição (por exemplo, um cadáver pode ter o crânio esquelético e o abdómen saponificado (Cainé, 2010)). Muitas das vezes as fases da putrefação são sucessivas mas é quase impossível fazer a distinção de quando acaba uma e a outra começa. Apesar de serem sequenciadas, nenhuma das fases pode ser associada a um intervalo de tempo específico (Campobasso *et al.*, 2001).

A putrefação produz fluidos orgânicos que se infiltram nos sedimentos enriquecendo-os com matéria orgânica que atrai insetos e as raízes da flora envolvente.

A **esqueletização** sucede à putrefação e, obviamente, depende de diversos fatores como o tipo de deposição, a estação do ano, a temperatura, a atividade da fauna, entre outros. Esta pode ocorrer ao fim de alguns dias ou semanas, em climas parecidos ao nosso, como refere Pinheiro (2006) ou podendo ocorrer ao fim de alguns meses (Saukko e Knight, 2004). Nesta fase a maioria dos tecidos moles já foram consumidos pelas larvas podendo restar ligamentos ou mesmo tendões, pêlos e cabelos.

1.1.1.3. Processos de conservação

Por fim existem os **processos conservadores**, sendo eles a **mumificação**, a **saponificação** (Clark *et al.*, 1999; Sledzik e Micozzi, 1997; Sledzik, 1998; Campobasso *et al.*, 2001; Aufderheide, 2003; Forbes *et al.*, 2005a; Bartolomucci, 2008; Marques, 2008; Janaway *et al.*, 2009a; Cainé, 2010; Schotsmans *et al.*, 2011) e mesmo a **congelamento** (Micozzi, 1986). Estes processos decorrem de um processo anormal de decomposição precisando de condições particulares (Campobasso *et al.*, 2001; Pinheiro, 2006; Moses, 2012).

1.1.1.3.1. Mumificação

A **mumificação** pode ser um processo natural ou artificial de conservação que consiste na desidratação e exsicação dos tecidos (Forbes *et al.*, 2005a; Pinheiro, 2006; Pinheiro e Cunha, 2006; Bartolomucci, 2008; Schotsmans *et al.*, 2011; HauTEO *et al.*, 2013). Pode ser ainda parcial (Forbes *et al.*, 2005a; Pinheiro, 2006) ou pode coexistir com outras formas de conservação e/ou putrefação (Pinheiro, 2006; Pinheiro e Cunha, 2006). Facilmente se estende a todo o cadáver, mais facilmente que a saponificação (Pinheiro, 2006; Ferreira, 2012).

A pele do cadáver apresenta um aspeto ressequido, quebradiço e acastanhado, tipo couro (Forbes *et al.*, 2005a; Pinheiro, 2006; Bartolomucci, 2008; Goff, 2010; Myburgh, 2010; Schotsmans *et al.*, 2011; Stejskal, 2013). Podem ainda existir manchas brancas, esverdeadas ou enegrecidas devido à colonização por fungos. Em relação aos órgãos internos, estes podem estar igualmente mumificados, podem estar putrefatos, podem apresentar formação de adipocera ou podem mesmo estar ausentes (DiMaio e DiMaio, 2001; Forbes *et al.*, 2005a; Pinheiro, 2006). O cadáver perde os seus fluidos por evaporação, sendo que as temperaturas extremas de calor ou frio facilitam este processo (Smith, 1986; Clark *et al.*, 1997; DiMaio e DiMaio, 2001). Também pode ocorrer em ambientes gelados, e assim este processo deve-se ao fato do ar ser seco mas também devido à ausência da flora bacteriana (Pinheiro, 2006; Catanese *et al.*, 2010). Condições de sepultamento quentes e secas são mais favoráveis à mumificação pois permitem uma secagem rápida dos tecidos moles o que previne a putrefação por microrganismos destrutivos (Smith, 1986; Clark *et al.*, 1999; Sledzik, 1998; Forbes *et al.*, 2005a, 2005b; Bartolomucci, 2008; Gunn, 2009; Catanese *et al.*, 2010; Myburgh, 2010; Schotsmans *et al.*, 2011). No caso da desidratação prévia à morte, a mumificação torna-se ainda mais fácil.

O tempo necessário para um cadáver mumificar é muito variável e pouco conhecido, podendo ocorrer em dias ou mesmo semanas (Forbes *et al.*, 2005a; Goff, 2010), mas sabe-se que ocorre em ambientes secos e arejados (Knight e Saukko, 2004; Pinheiro, 2006; Bartolomucci, 2008; Gunn, 2009; Janaway *et al.*, 2009a, 2009b; Myburgh, 2010; Schotsmans *et al.*, 2011; Stejskal, 2013), podendo ocorrer em ambientes com calor ou frio (Micozzi, 1986; Clark *et al.*, 1997; DiMaio e DiMaio, 2001; Forbes *et al.*, 2005a; Pinheiro, 2006; Ferreira, 2012; Stejskal, 2013).

Depois de instalada a mumificação pode durar vários anos ou mesmo séculos (Galloway, 1997; Sledzik e Micozzi, 1997; Galloway *et al.*, 1989; Knight e Saukko, 2004; Forbes *et al.*, 2005a; Pinheiro, 2006; Janaway *et al.*, 2009a, 2009b; Schotsmans *et al.*, 2011).

1.1.1.3.2. Saponificação

A **saponificação** foi descrita pela primeira vez em 1789 por Fourcroy (Pinheiro, 2006) em cadáveres exumados do Cemitério dos Inocentes em Paris. É um processo muito variável e irregular, podendo ocorrer ao fim de três meses como apenas ao fim de doze meses (DiMaio e DiMaio, 2001; Knight e Saukko, 2004; Pinheiro, 2006). No entanto, a sua acumulação só se torna visível ao fim de seis semanas (Moses, 2012; Stejskal, 2013).

É um processo natural e transformativo que normalmente não envolve todo o corpo, salvo raras exceções, resulta da hidrólise e da hidrogenação dos tecidos adiposos resultando numa substância gordurosa que pode ser mais ou menos seca, denominada por adipocera (matéria gorda + cera) (Nawrocki, 1995; Clark *et al.*, 1997; Gill-King, 1997; DiMaio e DiMaio, 2001; Fielder, e Graw 2003; Forbes *et al.*, 2005a, 2005b, 2005c, 2005d; DiMaio e Dana, 2006; Pinheiro, 2006; Goff, 2010; Myburgh, 2010; Schotsmans *et al.*, 2011; Ferreira, 2012; Moses, 2012; Stejskal, 2013). A adipocera é

descrita como um composto de ácidos gordos, com aspeto semelhante à cera e ao sabão, com textura mole e de coloração branca amarelada, caracterizada por um forte odor a amoníaco (Clarke *et al.*, 1997; DiMaio e DiMaio, 2001; Forbes *et al.*, 2005a; DiMaio e Dana, 2006; Pinheiro, 2006; Bartolomucci, 2008; Goff, 2010; Myburgh, 2010; Moses, 2012).

É um processo que tem início com a hidrólise dos triglicerídeos, dando origem a uma mistura de ácidos gordos saturados (mirístico, palmítico e esteárico (DiMaio e DiMaio, 2001; Forbes *et al.*, 2005a, 2005d; DiMaio e Dana, 2006; Pinheiro, 2006; Silva *et al.*, 2009) e insaturados (ácido oleico, sais de ácidos gordos principalmente o cálcio e hidróxidos de ácidos gordos (DiMaio e DiMaio, 2001; Pinheiro, 2006; Silva *et al.*, 2009)) e insolúveis (Fielder e Graw, 2003; Forbes *et al.*, 2005b, 2005d; Moses, 2012). Com o avançar do processo dá-se a hidrogenação dos ácidos gordos insaturados em saturados, depois do qual o processo é considerado concluído e estável (Moses, 2012; Ferreira, 2012). As gorduras vão sendo convertidas gradualmente em ácidos gordos e o pH também diminui, tornando-se mais ácido, o que inibe o desenvolvimento das bactérias promovendo assim a sua preservação (Clark *et al.*, 1997). O tipo de adipocera, nomeadamente a concentração dos vários tipos de ácidos gordos pode ser influenciado pelas condições de enterramento (Forbes, 2008a; Forbes *et al.*, 2005a, 2005b, 2005c, 2005d; Durães *et al.*, 2010).

Com o avançar do tempo a adipocera torna-se dura, quebradiça, com uma consistência granulosa e de tonalidade mais escura, cinza esbranquiçada (Clark *et al.*, 1997, 1999; Fielder e Graw, 2003; Forbes, 2008a; Forbes *et al.*, 2005a; Janaway *et al.*, 2009a; Myburgh, 2010; Schotsmans *et al.*, 2011).

Alguns autores referem que a formação de adipocera ocorre mais facilmente na água (Clark *et al.*, 1997; Pinheiro, 2006) enquanto outros defendem a saponificação em cadáveres inumados (Forbes, 2008a; Forbes *et al.*, 2005a, 2005b, 2005c; Durães *et al.*, 2010; Ferreira, 2012). Estudos posteriores defendem que não é necessário haver imersão do cadáver mas é necessário um intervalo de temperaturas entre os 22°C e os 40°C (Forbes *et al.*, 2005b, 2005c; Pinheiro, 2006; Myburgh, 2010; Schotsmans *et al.*, 2011), temperaturas muito extremas levam à inativação das bactérias e à rápida dissecação dos tecidos impedindo assim a formação de adipocera (Fielder e Graw, 2003; Forbes *et al.*, 2005b; Schotsmans *et al.*, 2011), um ambiente anaeróbico para o desenvolvimento das bactérias (Gill-King, 1997; Fielder e Graw, 2003; Forbes, 2008b; Forbes *et al.*, 2005b, 2005c; Pinheiro, 2006; Janaway *et al.*, 2009b; Silva *et al.*, 2009; Goff, 2010; Myburgh, 2010; Schotsmans *et al.*, 2011; Moses, 2012; HauTEO *et al.*, 2013; Stejskal, 2013), um pH com valores entre 5 e 9 (pH ideal de 8) (Forbes *et al.*, 2005b; Schotsmans *et al.*, 2011), humidade (endógena ou exógena ao cadáver) mas não em excesso (Clark *et al.*, 1997; Knight e Saukko, 2004; Forbes *et al.*, 2005a, 2005b, 2005c; DiMaio e Dana, 2006; Pinheiro, 2006; Silva *et al.*, 2009; Myburgh, 2010; HauTEO *et al.*, 2013; Stejskal, 2013) e que o cadáver contenha gordura corporal (Pinheiro, 2006; Moses, 2012; Stejskal, 2013). Autores afirmam que a própria humidade dos tecidos moles é suficiente (Fielder e Graw, 2003; Forbes, 2008a; Janaway *et al.*, 2009a).

Apesar de não se formar em temperaturas muito quentes, é possível a sua formação em ambientes gelados, como no caso do Iceman, também conhecido por Ötzi, descoberto em 1991 (Figura 1.5) (Forbes *et al.*, 2005b).

Em cadáveres obesos, mulheres e crianças a formação de adipocera é mais comum (Gill-King, 1997; Pinheiro, 2006; Stejskal, 2013), sendo a face, abdómen e nádegas as zonas com uma maior facilidade de saponificarem (Clark *et al.*, 1997; Gill-King, 1997; Pinheiro, 2006; Stejskal, 2013).

Existem alguns fatores que influenciam a formação de adipocera, nomeadamente a presença de roupa (Clark *et al.*, 1997), a presença de água, as características do solo, o ambiente de enterramento, o pH, a temperatura, humidade e a concentração de oxigénio (Fielder e Graw, 2003; Forbes *et al.*, 2005a, 2005b; Durães, 2010), tendo sido também alvo de vários estudos (Forbes *et al.*, 2005b). A constituição do solo é um fator muito importante (Fielder e Graw, 2003; Forbes *et al.*, 2005a). Algumas das suas características foram positivamente correlacionadas com a formação de adipocera, nomeadamente o solo enriquecido com barro, solos pouco impermeáveis como o xisto, sedimentos com arenitos vermelhos, solos negros, solos com pouca permeabilidade como solos ricos em minerais de argilas, solos com uma má drenagem, como o barro e solos argilosos, e solos com partículas finas (Silva *et al.*, 2009; Durães *et al.*, 2010).

Durães e colegas (2010) fizeram um estudo no Porto para avaliar a formação de adipocera em diferentes solos. A sua formação foi testada em quatro tipos de solo: solo orgânico (solo escuro com grande quantidade de matéria orgânica), solo arenoso (solo acastanhado com alta percentagem de areia), solo de areia grossa (solo branco a acinzentado com um alto grau de degradação de minerais primários) e solo argiloso (solo avermelhado com alta degradação de minerais primários). Concluiu-se que em solos arenosos a decomposição é parada pela formação de adipocera. Forbes e colegas (2005c) constataram que em solos arenosos era produzida uma massa ligeiramente mais reduzida em comparação com os tecidos originais. Em solos argilosos a formação de adipocera é favorecida embora resultando numa massa reduzida (o que não é facilmente explicável mas pode estar relacionado com a microbiologia do solo). Assim a formação de adipocera irá acelerar em solos argilosos e areia sedimentosa devido à capacidade de drenagem (Forbes *et al.*, 2005c). Segundo estes autores, em solos argilosos a formação de adipocera é garantida se associada à presença de tecidos gordos, humidade, bactérias e um ambiente anaeróbico. Estes dois tipos de solos promovem a formação de ácidos gordos, ou seja, mostram uma maior percentagem de formação de adipocera. No caso do solo com areia grossa, não foram detetadas grandes quantidades de ácidos gordos e o odor era intenso, o que sugere que a decomposição seguiu o seu curso natural, como era de esperar (Durães *et al.*, 2010). Forbes e colegas (2005c) constataram que o ambiente de areia grossa produz uma massa de adipocera muito semelhante ao tecido adiposo original. No solo orgânico não existem quantidades significativas de ácidos gordos, mas o odor não era tao intenso como no solo de areia grossa (Durães *et al.*, 2010). Esta diferença entre estes dois últimos tipos de solo pode dever-se à microbiologia do solo e à reatividade das moléculas da matéria orgânica, as substâncias húmidas, para o processo de

decomposição (Durães *et al.*, 2010). Assim, solos orgânicos e de areia grossa, aparentemente, favorecem a decomposição (Durães, 2010).

Assim, de acordo com Forbes e colegas (2005c), um ambiente arenoso acelera a formação de adipocera e um ambiente de areia grossa tem uma adipocera mais estável numa fase mais avançada pois a humidade acelera a sua formação mas não com a mesma extensão de solos arenosos. O estudo destes autores (Forbes *et al.*, 2005c) mostra que a adipocera se forma em vários tipos de solo, particularmente em ambientes arenosos e de areia grossa que aceleram a sua formação, isto quando as condições são favoráveis no que se refere à humidade e à temperatura.

Forbes e colegas (2005b) fizeram vários estudos onde identificaram vários tipos de sepultamento que suportam e promovem a formação de adipocera. Concluíram que apesar da humidade e dos solos saturados promoveram a adipocera, solos secos também suportam a sua formação. Condições saturadas produzem grandes massas de adipocera e com odores desagradáveis. Condições secas também produzem grandes quantidades de adipocera de coloração branca acinzentada mas sem odores. Neste caso, em que o solo é seco, a água presente nos tecidos moles do cadáver inumado parece ser suficiente para a hidrólise da gordura. No entanto, se o cadáver for desidratado antes da inumação, é pouco provável que a adipocera se forme. Também mostrou que em solos ácidos não há formação de adipocera (Forbes *et al.*, 2005c), enquanto nos solos ligeiramente básicos, com um pH de 8.5, a produção de adipocera era abundante. Assim, em solos muito alcalinos, também não vai haver formação de adipocera. Pode pressupor-se que o baixo pH limita as bactérias que induzem à putrefação e ajuda na formação de adipocera (Schotsmans *et al.*, 2011). Concluiu assim que condições anaeróbicas ligeiramente alcalinas, temperaturas quentes e uma certa humidade são consideradas como ideais para a formação de adipocera.

Com os estudos de Forbes e colegas (2005b, 2005c) e Durães e colegas (2010) pode-se concluir que as características do solo têm uma grande importância na formação de adipocera. Indiretamente, a sua formação é uma consequência da retenção de água e da permeabilidade dos solos e claro das características microbiológicas dos mesmos.

Em condições ideais, a formação de adipocera pode ter início poucas horas após a morte, levar semanas ou meses para se completar mas uma vez concluído o processo, pode durar várias décadas ou mesmo séculos (Pinheiro, 2006; Moses, 2012). Após removido do seu ambiente de formação, um cadáver saponificado facilmente se decompõe (Forbes *et al.*, 2005a).

Devido à sua natureza, a adipocera dificulta a estimativa do PMI (Ferreira, 2012).

A mumificação e a adipocera são geralmente apresentadas em condições opostas mas estes dois processos têm uma estreita ligação, pois o uso da água do organismo para a hidrólise da gordura contribui também para a exsicação dos tecidos (Knight e Saukko, 2004; Pinheiro, 2006). No entanto, uma ligeira formação de adipocera é normal na mumificação (Schotsmans *et al.*, 2011).

Existem vários fatores que determinam o tempo que um cadáver demora a decompor-se, existindo fatores que aceleram a decomposição e outros que a atrasam. A temperatura é bastante importante na decomposição como referem os autores DiMaio e DiMaio (2001) e Pinheiro e colegas (2012).

A conjugação desses fatores é que influencia a taxa de decomposição e não um fator isolado (Megyesi *et al.*, 2005; Forbes, 2008b, Vass, 2011; Ferreira e Cunha, 2013). Mulheres, crianças e obesos formam adipocera mais facilmente, cadáveres inumados decompõem mais lentamente do que os expostos, a presença de insetos acelera a decomposição, temperaturas extremas abrandam o processo (Clark *et al.*, 1997; DiMaio e DiMaio, 2001; Pinheiro, 2006, Carter e Tibbett, 2008; Hopkins, 2008; Vass, 2011; Zhou e Byard, 2011).

O intervalo de tempo entre a morte e a esqueletização é regulado assim pelo ambiente (Fielder e Graw, 2003). Enquanto a decomposição à superfície, que é biologicamente mais ativa, pode ocorrer em semanas, ao invés, o tempo necessário para um cadáver inumado decompor pode demorar três a doze anos, isto sob condições favoráveis, se não pode mesmo demorar centenas ou milhares de anos (Fielder e Graw, 2003).

1.1.1.4. Processo de decomposição

É possível fazer a distinção entre as diferentes fases da decomposição, que varia consoante os autores, mas não é possível atribuir a cada uma dessas fases um intervalo de tempo específico (Fielder e Graw, 2003; Goff, 2010; Niederegger *et al.*, 2014). Apesar destas divisões sabe-se que um mesmo cadáver pode apresentar diferentes estádios de decomposição, como por exemplo, crânio esqueletizado, membros mumificados e abdómen saponificado.

Autores como Payne (1965) que basearam os seus estudos em modelos animais dividem a decomposição em várias fases desde cadáver fresco, inchado, decomposição ativa, decomposição avançada, seco e esqueletização (Carter *et al.*, 2007). É esta a classificação utilizada em estudos entomológicos (Prado e Castro, 2011b, 2012) e em estudos sobre o solo. Sendo assim será esta a classificação utilizada para este estudo experimental.

Segundo Payne (1965) segue-se a caracterização dos diferentes estádios:

O **estádio fresco** caracteriza-se pelo início da autólise (Bharti e Singh, 2003; Lopes, 2012). Este estádio permanece até aos primeiros sinais de inchaço (Bharti e Singh, 2003; Goff, 2010; Lopes, 2012), não existem odores exceto os de suíno. Esta fase pode permanecer durante os primeiros sete dias após a morte (Galloway, 1997). As alterações visíveis neste estádio são a tríade *algor, rigor e livor mortis* (Carter *et al.*, 2007; Ferreira e Cunha, 2008). Aparecimento dos primeiros insetos. A temperatura baixa ligeiramente durante este estádio e pode até ser menor que a do ambiente (Bharti e Singh, 2003) ou a do solo (Payne, 1965; Bharti e Singh, 2003). Em relação às mudanças químicas, há um aumento na atmosfera de dióxido de carbono, metano, sulfitos de hidrogénio, nitrogénio e

amoníaco (Carter *et al.*, 2007). No solo há um aumento de amoníaco, nitrato, fósforo e do pH (Carter *et al.*, 2007).

No **estádio inchado** os processos metabólicos resultam na produção de gases (sulfeto de hidrogénio, dióxido de enxofre, dióxido de carbono, metano, amoníaco e hidrogénio) (Gurafi e Mohamed, 2012) por bactérias anaeróbicas que causam a distensão do cadáver levando a que o cadáver fique com aspeto de balão (Bharti e Singh, 2003; Kocarek, 2003; Ferreira e Cunha, 2008; Goff, 2010; Matuszewski *et al.*, 2010a; Lopes, 2012), o odor a putrefação já é perceptível (Bass, 1997; Lopes, 2012). O primeiro sinal deste estágio é uma ligeira inflamação do abdómen (Bass, 1997; Bharti e Singh, 2003; Goff, 2010). Este pode ir do quarto ao sexto dia (Galloway, 1997). Há a libertação de fluidos pelos orifícios naturais como boca, nariz e ânus pois a pressão interna força a sua libertação. As larvas começam a entrar em ação. A temperatura interna começa a aumentar devido à putrefação e à intensa atividade larvar (Payne, 1965; Bharti e Singh, 2003; Goff, 2010). Quanto à composição química, há um aumento no solo de amónio, cálcio, ácidos gordos, cloreto, magnésio, azoto orgânico, nitratos, fósforo, potássio, sódio e sulfato (Carter *et al.*, 2007).

O **estádio da decomposição ativa** tem início quando se dá a saída de gases (amoníaco, dióxido de carbono, dióxido de nitrogénio e sulfeto de hidrogénio) do interior do corpo e este começa a desinchar (Galloway, 1997; Bharti e Singh, 2003; Ferreira e Cunha, 2008; Goff, 2010; Lopes, 2012). Caracteriza-se pela rápida perda de massa corporal resultante da ação das larvas (Carter *et al.*, 2007; Goff, 2010; Matuszewski *et al.*, 2010a; Lopes, 2012). Neste estágio há a libertação de muitos fluidos e pode até haver exposição de alguns órgãos internos. Odor muito intenso a putrefação (Carter *et al.*, 2007; Goff, 2010; Lopes, 2012). Além disso é possível observar massa de larvas e com bastante atividade (Bass, 1997; Ferreira e Cunha, 2008; Goff, 2010). Geralmente esta fase ocorre ao fim do sétimo dia.

Normalmente, neste estágio é possível observar a morte da vegetação circundante devido aos fluidos libertados, ao peso do cadáver sob a flora e devido às excreções libertadas pelas larvas (Carter *et al.*, 2007). Neste estágio a temperatura da carcaça é consideravelmente superior à do solo (Payne, 1965; Bharti e Singh, 2003) e superior à do ambiente (Bharti e Singh, 2003). Foi registada uma diferença de 10°C entre a temperatura da carcaça e a do ambiente em Bharti e Singh (2003). As alterações químicas são na maioria um aumento das concentrações dos compostos observadas no estágio anterior, aumento dos fósforos lípidos, aumento do nitrogénio e do fósforo (Carter *et al.*, 2007).

No verão, cerca de 60% da biomassa é removida devido às massas larvares. Na primavera e outono apenas 50% é removida (Kocarek, 2003).

A **decomposição avançada** pode ir do oitavo ao décimo quarto dia. É caracterizado pela intensa migração larvar, o odor a putrefação é menos intenso (Carter *et al.*, 2007; Ferreira e Cunha, 2008; Lopes, 2012). No final deste estágio o cadáver praticamente não tem tecidos moles, resume-se a

pele, cabelos e ossos (Lopes, 2012). Neste estágio ocorre o colapso da caixa torácica (Ferreira e Cunha, 2008). As alterações químicas mantêm-se iguais às do estágio inchado e decomposição ativa.

O **estádio seco**, sobre condições ótimas, ocorre ao oitavo dia onde apenas a pele seca, as cartilagens e os ossos restam (Bharti e Singh, 2003; Goff, 2010).

É bastante difícil dizer onde termina o estágio seco e se inicia a **esqueletização**, sendo que esta consiste na ausência de todos os tecidos moles que compõem o corpo humano restando apenas os tecidos duros, ou seja, os ossos e os dentes (Clark *et al.*, 1997; Dent *et al.*, 2004; Pinheiro, 2006; Pinheiro e Cunha, 2006; Carter *et al.*, 2007; Ferreira e Cunha, 2008; Lopes, 2012). É um processo que pode ser completo ou parcial, onde há a ausência de todos os tecidos moles ou quando apenas alguns dos ossos estão expostos, respectivamente. O tempo necessário para um cadáver esqueletizar é muito variável, isto porque é um processo que envolve vários fatores externos (Dent *et al.*, 2004; Pinheiro, 2006; Pinheiro e Cunha, 2006; Ferreira, 2012).

Geralmente ocorre quando um cadáver tem mais de quinze dias em condições favoráveis (Galloway, 1997; DiMaio e DiMaio, 2001; Pinheiro, 2006). O caso mais extremo foi reportado por Clark e colegas (1997) onde num ambiente muito húmido com grande atividade de insetos a esqueletização ocorreu em três dias. Knight e Saukko (2004) estimam que um período de três anos é o normal para um cadáver esqueletizar em climas temperados. Neste estágio o odor é pouco ou mesmo nenhum. Este estágio pode persistir durante semanas a milénios (Carter *et al.*, 2007).

1.1.1.5. Estudos realizados por diversos autores que recorrem a modelos animais

Como foi referido anteriormente, são vários os estudos que recorrem ao uso de leitões ou porcos como modelos animais sobre a decomposição cadavérica um pouco por todo o mundo:

- **Payne (1965)** – Estudo realizado no Verão de 1962 e 1963 na Carolina do Sul, Estados Unidos (clima subtropical, com Invernos amenos e Verões muito quentes), onde utilizou leitões bebés com cerca de 1kg a 1,4kg. No caso em que os insetos têm acesso à carcaça, o estágio fresco durou um dia e meio, onde os odores a putrefação eram bastante fortes entre o quarto e quinto dia. O estágio inchado teve início ao segundo dia e durou mais ou menos dois dias. A temperatura durante este estágio era ligeiramente superior à do solo. A temperatura durante a decomposição ativa e a decomposição avançada era consideravelmente superior que a temperatura do ar circundante. Quando a carcaça chegou ao estágio seco a temperatura era basicamente igual à temperatura do solo. Esta diferença de temperatura entre a carcaça e o solo provavelmente deve-se à alta taxa metabólica das bactérias e das larvas presentes. Um dos exemplos referidos por Payne é a temperatura da carcaça ser de 37,7°C e a do ambiente de apenas 22°C. Com a presença de insetos cerca de 90% dos tecidos são removidos ao fim de seis dias. Quando a fauna entomológica era impedida de chegar à carcaça, o estágio inchado tinha a duração de nove dias.

- Num estudo de **Bass (1997)** com cadáveres expostos no Tennessee (clima subtropical húmido, com Invernos relativamente amenos e Verões quentes), o estágio fresco ocorreu no primeiro dia onde era possível observar massas de ovos de insetos e fluidos corporais. A transição para o estágio inchado ocorre na primeira semana onde é possível observar massas larvares, pele solta, queda de cabelos, libertação de fluidos e morte da vegetação circundante. A transição para a deterioração/decomposição ocorre entre a segunda e a quarta semana onde já se nota uma diminuição da atividade larvar, exposição de ossos e potencial desenvolvimento de adipocera. Entre o primeiro mês e o primeiro ano o estágio seco é observável com o esqueleto exposto. O quinto estágio é o desgaste ósseo onde há esfoliamento da superfície óssea e ocorre quando as ossadas têm mais de um ano.

- **Prieto e colegas (2004)** analisaram vinte e nove casos forenses entre os anos de 1992 e 2002 de Espanha (clima mediterrâneo). Tentaram relacionar o PMI com as fases da decomposição. Concluindo que a putrefação (decomposição avançada sem exposição de ossos, queda de pêlos e unhas, saída de fluidos pelos orifícios naturais) pode ocorrer ao fim de uma semana a um mês de cadáveres à superfície. A esqueletização inicial (bastantes tecidos decompostos com alguma exposição óssea) leva dois meses à superfície. A esqueletização avançada (ossos com uma substância gordurosa e alguns restos de tecidos decompostos, cartilagem e tendões) pode ir dos seis meses ao ano e meio à superfície e dois anos e meio enterrados. A esqueletização completa demora cerca de um ano à superfície e três anos em contexto de enterramento.

- Num estudo realizado entre o dia 23 de Setembro de 2005 e 22 de Setembro de 2006, tendo início na Primavera, feito em Curitiba (clima temperado (*Cfb*)), Paraná, Brasil por **Mise e colegas em 2007**, onde em cada estação era utilizada uma carcaça de suíno com cerca de 15kg. O estágio fresco durou $2,75 \pm 1,43$ dias, a putrefação $7,75 \pm 2,43$ dias, a putrefação escura $9,5 \pm 2,96$ dias e a fermentação butírica $72 \pm 5,61$ dias.

- Num estudo de **Vitta e colegas (2007)** na Tailândia (clima tropical) com leitões com 3 a 4kg. A temperatura na estação fria (Novembro a Fevereiro) tem uma média de $26,4^{\circ}\text{C}$, a estação quente (Março a Maio) é de $30,5^{\circ}\text{C}$ e na estação chuvosa (Junho a Outubro) é de $27,4^{\circ}\text{C}$. A média de precipitação é de 1400,8mm. O estudo foi realizado entre Fevereiro e Março de 2005 com um mínimo de temperatura de $22,4^{\circ}\text{C}$ e um máximo de $35,5^{\circ}\text{C}$ e com uma média de precipitação de 5,7mm. O primeiro local é completamente exposto ao sol durante a maior parte do dia enquanto o outro local é maioritariamente sombra durante todo o dia. A decomposição foi dividida em fresco, inchado, decomposição ativa, decomposição avançada e seco. O estágio fresco durou um dia após a morte. O estágio inchado durou dois dias, a decomposição ativa durou três dias enquanto a decomposição avançada durou quatro a seis dias após a morte e o estágio seco sete a trinta dias.

- Num estudo feito no Canadá (clima temperado), Ontário, por **Benninger e colegas (2008)** no Verão/Outono de 2006 (17 de Julho a 25 de Outubro), o estágio fresco só foi visto no dia zero, a autólise entre o dia um e quatro, a putrefação entre o dia cinco e oito criando uma grande ilha de

decomposição cadavérica. A decomposição avançada entre o dia nove e treze e a esqueletização ocorreu ao fim de quatorze dias.

- Num estudo de **Marques (2008)** em Oeiras, Portugal (clima mediterrâneo sofrendo uma influencia dos ventos provenientes do deserto do Saara que tornam o clima mais quente e seco) onde apenas recorreu ao uso de um porco de 10kg com um mês de idade. Estudo realizado entre Dezembro e Fevereiro, Inverno.

A tabela 1.1 indica o intervalo de cada estágio.

Tabela 1.1 – Intervalo de cada estágio de decomposição observado por Marques (2008).

	Intervalo de cada estágio
Fresco	Dia 1 ao 8
Putrefação	Dia 9 ao 36
Putrefação escura	Dia 37 ao 45
Fermentação butírica	Dia 46 ao 64
Seco	Não se apresentou

- Num estudo de **Wang e colegas (2008)** no sul da China (clima subtropical), com 18 porcos entre os 32kg e os 67kg, a decomposição foi dividida em fresco, inchado, decomposição, pós decomposição e esqueletização. Na Primavera demorou $225 \pm 75h$ a chegar ao estágio esqueletização, no Verão $183 \pm 44h$, no Outono $247 \pm 70h$ e no Inverno $1180 \pm 291h$.

- No estudo de **Ozdemir e Sert em 2009** entre Março de 2006 e Março de 2007, foram utilizadas 12 carcaças de suínos com cerca de 100-150kg na Turquia (clima montanhoso com Verão seco e quente e Invernos frios). Oito carcaças foram colocadas parcialmente à sombra em local arborizado, dependendo da hora do dia, exceto a primeira que era colocada sempre ao sol. As outras quatro em locais sempre com sombra. Dependendo da taxa de decomposição e da estação do ano, uma carcaça era colocada no local de estudo uma vez por mês: no Verão era cerca de três em três semanas e no Inverno a cada dois meses. Assim, três carcaças foram utilizadas na Primavera, quatro no Verão, duas no Outono e três no Inverno. Neste estudo a decomposição foi dividida em fresco, inchado, decomposição ativa, decomposição avançada e seco. O estágio fresco durou cerca de um dia, exceto no Inverno. No Verão já era possível observar o inchaço poucas horas após a morte onde teve a duração de dois dias e meio e cerca de dez dias e meio no Outono (média de dias). Numa carcaça deposta em Novembro, a fase de inchaço durou cerca de oitenta e cinco dias devido ao arrefecimento da temperatura ambiente. A decomposição ativa durou uma média de treze dias na Primavera, seis dias no Verão e quatorze no Outono. A decomposição avançada durou uma média de quarenta e um dias na Primavera, onze no Verão e vinte e quatro dias no Outono. Assim, para concluir, a decomposição no

Verão demorou vinte dias a chegar à fase seca com uma média de temperatura de 34°C enquanto na Primavera demora cerca de cinquenta e dois dias com uma média de 29,2°C.

- Num estudo de **Segura e colegas (2009)** em Bogotá (clima frio de montanha), Colômbia, América do sul, com recurso a quatro porcos de 12kg, onde a média de temperatura é de 14°C. A decomposição foi dividida em fresco, cromático, enfisematoso, coliquativo e esqueletização. O estágio fresco durou um a três dias sendo caracterizado pelos fenómenos cadavéricos imediatos, como a desidratação, *livor*, *algor* e *rigor mortis*. A temperatura do cadáver diminuiu até igualar à do ambiente. As manchas verdes são observadas durante a fase enfisematosa e a fase cromática, entre os dias quatro e dez. A temperatura corporal aumentou até aos 25°C entre o oitavo e o décimo dia. Quando os tecidos começam a ficar com orifícios e os órgãos são expulsos do interior do cadáver, estamos presentes à fase coliquativa que ocorre entre o décimo primeiro e o vigésimo dia. A fase da esqueletização ocorre do vigésimo primeiro dia ao nonagésimo sétimo dia, quando os tecidos desaparecem deixando apenas pele, pêlos e ossos.

- Num estudo feito por **Bonacci e colegas em 2010** em Calábria, Itália, caracterizada por um clima Mediterrâneo, foram usados seis porcos com cerca de 20 a 25kg aproximadamente. Dois foram usados no Outono/Inverno de 2006, dois no Verão de 2007 e dois no Inverno de 2008. Quatro estádios de decomposição foram observados durante o Outono (Novembro e Dezembro): fresco, inchado, decomposição, e seco. No Verão também foram identificadas os quatro estádios como no Outono mas a decomposição dos tecidos e dos órgãos foi consideravelmente mais acelerada. Em nove dias, a carcaça passou do estágio fresco ao seco (com uma média de temperatura de 27,65°C ±5,58°C). No Inverno foram identificadas cinco fases: fresco, inchado, decomposição, decomposição com adipocera e seco. A decomposição dos tecidos e órgãos foi bastante lenta. A carcaça passou do estágio fresco ao seco em noventa dias e a esqueletização só foi observada apenas cento e setenta dias após a deposição da carcaça no local (média de temperatura de Fevereiro de 10,90°C±4,46°C). A chuva de Fevereiro, Março e Abril foi de 244,2mm. Assim, para concluir, cinco estádios foram observados durante este estudo: fresco, inchado, decomposição, decomposição com adipocera e seco, isto de acordo com Campobasso e colegas (2001). Os estádios de decomposição estão correlacionados com as diferenças de temperatura e com a aparência do cadáver. Portanto, como reportado em vários estudos e em outras regiões geográficas, a decomposição em Itália varia consoante a estação, sendo mais rápida no Verão que no Inverno.

- Num estudo feito por **Horenstein e colegas (2010)** em Córdoba, Argentina (clima subtropical húmido com inverno seco (Cwa)), onde o tempo é predominantemente seco e frio entre Março e Setembro (Outono e Inverno) e é quente e húmido de Setembro a Março (Primavera e Verão), com uma média de precipitação de 800mm a 1000mm. Colocaram carcaças ao sol e à sombra. As carcaças têm uma decomposição mais rápida no Verão que nas outras estações. No Verão, o estágio fresco e inchado demoraram aproximadamente dois dias e o estágio seco chegou ao fim de oito dias, ou seja, as carcaças decompuseram à mesma velocidade, quer estejam à sombra ou ao sol. No Outono as carcaças

não chegaram ao estágio seco. As carcaças não decompueram à mesma velocidade mas não é uma diferença muito significativa. No Inverno a velocidade de decomposição é significativa mas os estádios finais foram alcançados concomitantemente. Na Primavera, o padrão do cadáver exposto ao sol é similar à do Verão, alcançando o estágio seco no dia catorze. A carcaça à sombra atingiu o estágio inchado ao fim de um dia, as seguintes fases foram atrasando-se em comparação com a carcaça exposta ao sol, o que mostra que o fato da carcaça estar exposta ao sol afeta a decomposição. Neste estudo, a duração de cada fase da decomposição, em ambas as caracas (sol versus sombra) é mais extensa durante o Outono e Inverno que no Verão e Primavera. A luz solar influencia a taxa de decomposição no Inverno e na Primavera. No Verão e Outono não se obteve diferenças entre as duas carcaças (sol versus sombra) na duração das fases de decomposição.

- Em **2011 Anton e colegas** realizaram um estudo em Turíngia, Alemanha (clima temperado húmido) e concluíram que no final do Verão a decomposição da cabeça é mais rápida que o tronco o que está de acordo com os estudos de Matuszewski e colegas (2008, 2010a). No Verão a decomposição dessas áreas é mais ou menos simultânea. No final do Verão o estágio fresco durou um a dois dias e os inchados três a quatro dias como observado em outros estudos (Payne, 1965; Matuszewski *et al.*, 2008). No Verão o estágio inchado estava completo ao segundo dia. No entanto comparando com os longos períodos do estágio fresco e do estágio decomposição ativa, o estágio inchado é relativamente curto no Inverno, sendo que a decomposição ativa pode demorar mais de trinta e dois dias. As condições ótimas para uma rápida decomposição (oito dias até à esqueletização no Verão), requerem uma alta temperatura com mínimos de 15°C e máximos de 25 a 30°C combinados com períodos abundantes de chuva. Uma outra diferença remete para a deposição da carcaça em betão ou em pastagens. Segundo Anton (2011), no Verão o estágio decomposição ativa durou quatro dias a mais na carcaça deposta no betão. Aparentemente a superfície onde a mesma é deposta tem efeitos leves e moderados na taxa de decomposição.

- Em **Prado e Castro *et al.*, (2011b)** num estudo realizado em Coimbra (clima mediterrâneo com influência marítima), Portugal com recurso a dois leitões com 5,1kg cada, um deles foi colocado ao sol e o outro à sombra. Este estudo foi realizado entre Maio e Setembro de 2004, Primavera e Outono. A decomposição foi dividida em fresco, inchado, decomposição ativa, decomposição avançada e esqueletização. O estágio fresco durou até ao segundo dia quer ao sol quer à sombra. No terceiro dia o inchaço já era visível e o odor perceptível na carcaça exposta ao sol, enquanto o da sombra, o odor era fraco e apenas um ligeiro inchaço era notado. Assim, em ambos os casos o estágio inchado era notado. Na carcaça exposta ao sol, ao quarto dia notava-se um forte odor e estava bastante inchada enquanto a carcaça à sombra atingiu o mesmo estado ao sexto dia, embora o odor não fosse tão forte. A perda de volume em ambas ocorreu ao sétimo dia devido às aberturas da pele criadas pelas larvas, representando assim o estágio da decomposição ativa. As larvas começaram a migrar de ambas as carcaças no dia oito marcando assim o início da decomposição avançada. A migração durou mais ou menos uma semana. A perda de biomassa foi bastante mais rápida na carcaça exposta ao sol. O estágio

seco chegou ao fim de quinze dias na carcaça exposta ao sol e apenas ao fim de quarenta e dois dias na carcaça deposta à sombra.

- Em **Prado e Castro (2012)** num estudo feito em Lisboa (clima mediterrâneo com influência marítima), Portugal, com recurso a leitões com cerca de 7.5 a 8kg, foram feitas quatro experiências de oito a dez semanas cada (Outono – Outubro de 2006 a Fevereiro de 2007; Inverno – Janeiro a Abril de 2007; Primavera – Abril a Junho de 2007; Verão – Junho a Agosto de 2007). Cinco estádios de decomposição foram observados: fresco, inchado, decomposição, decomposição avançada e esqueletização. Na tabela 1.2 podemos a duração de cada estádio consoante a estação do ano.

Tabela 1.2 – Duração de cada estádio de decomposição consoante a estação do ano estudada por Prado e Castro e colegas em 2012.

	Outono	Inverno	Primavera	Verão
Fresco	Dia 0 a 3	Dia 0 a 17	Dia 0 a 3	Dia 0 a 2
Inchado	Dia 4 a 7	Dia 18 a 28	Dia 4 a 6	Dia 3 a 5
Decomposição	----	Dia 29 a 34	Dia 7	Dia 6
Decomposição avançada	Dia 8 a 26	Dia 35 a 54	Dia 8 a 19	Dia 7 a 12
Esqueletização	Dia 27 a 76 ou mais	Dia 55 a 76 ou mais dias	Dia 20 a 60 ou mais	Dia 13 a 60 ou mais

- **Meyer et al., (2013)** usaram suínos com cerca de 20kg no Nebraska (clima frio (Dfa)), Estados Unidos, em Fevereiro de 2008 (Inverno) e Junho de 2008 (Verão). A decomposição foi mais rápida no Verão o que é consistente com Kocarek (2003) e Matuszewski e colegas (2010a). O fato da decomposição ser mais lenta no Inverno deve-se à falta de insetos e à lentidão da putrefação e da autólise, tudo resultado das baixas temperaturas. Estes resultados são representativos dos climas temperados e frios. Em climas secos a decomposição é mais lenta porque os tecidos desidratem mais rapidamente do que na estação chuvosa. A desidratação abranda a decomposição porque impede as moscas de se alimentarem e diminui a atividade enzimática hidrolítica. Aos 320 ADD já se observou a migração larvar. Assim, de acordo com este estudo: estádio fresco foi até ao 21 ADD, a decomposição inicial pode ir do 21 aos 320 ADD, a decomposição avançada do 240 aos 1285 ADD e a esqueletização é superior aos 1285 ADD. Estes dados são consistentes com os de Megyesi e colegas (2005).

- **Myburgh et al., (2013)** realizaram outro estudo em Pretoria, África do Sul (clima subtropical moderadamente seco com verões quentes e chuvosos e invernos frios e secos) durante o Verão (média de 23°C, Dezembro a Fevereiro) e Inverno (média de 13°C, Junho a Agosto; somando um total de oito meses = 232 dias). Concluíram que o estádio da decomposição avançada é mais rápido no Verão que

no Inverno mesmo com os mesmos ADD. Tentaram utilizar o método do TBS, que é considerado um bom indicador quantitativo das fases de decomposição, mas nesta área o processo é muito variável sendo que as estimativas não foram muito precisas, logo nesta área a utilização deste método não é confiável. Sendo que a sazonalidade tem um papel importante nesta parte do Mundo, podendo ter sido um dos fatores para a baixa precisão como refere Sutherland (2013). Os resultados são opostos aos encontrados por Myburgh em 2010.

- Num estudo de **Sutherland e colegas (2013)** realizado na África do Sul, Pretoria (clima subtropical moderadamente seco com verões quentes e chuvosos e invernos frios e secos), onde o objetivo era a comparação entre as taxas de decomposição entre corpos maiores e menores numa região temperada onde a precipitação é episódica e relativamente baixa. Concluíram que porcos pequenos (3 a 35kg) decompõem mais rapidamente, cerca de 2,82 vezes mais rápido que porcos grandes (60 a 90kg). Os resultados deste estudo indicam que há uma relação entre a massa das carcaças e a taxa de decomposição, onde corpos pequenos decompõem mais rapidamente. Pode-se concluir assim que a massa corporal da carcaça afeta a taxa de decomposição. Os resultados também indicam que as carcaças menores não seguem necessariamente a mesma progressão associada às carcaças maiores durante a decomposição.

- Num estudo de **Pechal e colegas (2014)** em Xenia, Ohio (clima temperado), Estados Unidos da América, onde se pretendia saber quais as alterações provocadas pela presença dos insetos ou pelo seu atraso induzido de cinco dias. O estudo foi realizado durante o Verão de 2010 onde usaram seis carcaças masculinas com cerca de 10,4 a 30,1kg e o Verão de 2011 onde usaram seis carcaças, três masculinas e três femininas, com cerca de 5 a 7,3kg. A temperatura ambiente era de $23,2 \pm 2,1^{\circ}\text{C}$ durante 2010 e de $25,1 \pm 1^{\circ}\text{C}$ em 2011. Com a presença de insetos, no Verão de 2010 as carcaças chegaram ao estágio seco em seis/sete dias enquanto em 2011 as carcaças alcançaram o mesmo estágio em cinco dias. Com o atraso de cinco dias dos insetos tanto em 2010 como em 2011 as carcaças chegaram ao estágio seco em nove dias. Este estudo demonstrou que a presença dos insetos é importantes para a decomposição. O seu atraso afeta subsequentemente a estrutura da comunidade de insetos e consequentemente retarda o processo de decomposição.

No entanto, para cadáveres inumados, a decomposição é bastante difícil de observar e de controlar (Gaudry, 2010). Isto porque diversos fatores abióticos e bióticos vão afetar o processo.

Por vezes a distinção entre o estágio decomposição avançada e a esqueletização é difícil de verificar (Bharti e Singh, 2003), mas um método capaz de ajudar neste distinção é a extensão da ilha de decomposição cadavérica (Payne, 1965; Carter *et al.*, 2007), ou seja, o crescimento da flora em torno da ilha pode indicar o estágio de decomposição avançada enquanto o seu crescimento dentro da ilha da pode indicar o estágio esqueletização (Carter *et al.*, 2007).

A esqueletização é o campo de excelência de um antropólogo forense (Pinheiro, 2006; Nawrocki, 2009).

Segundo Carter e colegas (2007) e Gunn (2009), na realidade as fases da decomposição não existem pois podem misturar-se. À medida que o processo de decomposição avança é mais difícil ver os limites de cada fase (Adlam e Simmons, 2007). A duração das diferentes fases da decomposição é altamente variável de acordo com a estação do ano (Fielder e Graw, 2003; Kocarek, 2003; Vitta *et al.*, 2007; Ozdemir e Sert, 2009; Anton *et al.*, 2011; Lopes, 2012; Stejskal, 2013).

O processo de decomposição é afetado por vários fatores como a ventilação; humidade (Galloway *et al.*, 1989; Clark *et al.*, 1997; Sledzik, 1998; Campobasso *et al.*, 2001; Vitta *et al.*, 2007; Vass, 2011; Lopes, 2012); a presença ou ausência de artrópodes e seus predadores (Payne, 1965; Micozzi, 1986; Carvalho e Linhares, 2001; Marques, 2008; Horenstein *et al.*, 2010; Matuszewski *et al.*, 2010a; Myburgh, 2010; Vass, 2011); pelo tipo e tamanho da carcaça (Payne, 1965; Komar, 1999; Ubelaker, 1997; Anderson, 2001; Campobasso *et al.*, 2001; Arnaldos *et al.*, 2006; Vitta *et al.*, 2007; Horenstein *et al.*, 2010; Simmons *et al.*, 2010); percentagem de tecidos gordos ou a massa corporal; doenças e lesões associadas (Vass, 2011); a região geográfica e o clima associado; a temperatura; a precipitação; a vegetação; a concentração de oxigénio; pH; o tipo de solo e as condições meteorológicas que não podem ser controladas; a deposição do cadáver ao ar livre ou em locais fechados; a presença de roupas ou o envolvimento do cadáver em sacos e/ou grandes tecidos; todos estes fatores vão afetar a decomposição (Behrensmeyer, 1978; Micozzi, 1986; Smith, 1986; Bass, 1997; Clark *et al.*, 1997; Ubelaker, 1997, 2008; Sledzik, 1998; Anderson, 2001; Campobasso *et al.*, 2001; Fielder, 2003; Neher, 2003; Knight, 2004; Prieto *et al.*, 2004; Megyesi, 2005; Arnaldos, 2006; Dirkmaat, 2008; Forbes, 2008a; Marques, 2008; Gunn, 2009; Ozdemir e Sert, 2009; Bonacci *et al.*, 2010; Gaudry, 2010; Horenstein *et al.*, 2010; Myburgh, 2010; Myburgh *et al.*, 2013; Carvalho e Linhares, 2001; Ross e Cunningham, 2011; Schotsmans *et al.*, 2011; Vass, 2011; Zhou e Byard, 2011; Lopes, 2012; Kasper *et al.*, 2012; Ferreira e Cunha, 2013; Stejskal, 2013; Sutherland *et al.*, 2013).

Segundo dados adaptados de Mann, Bass e Meadows (1990) por Sledzik e Micozzi (1997) e Myburgh (2010) segue a tabela 1.4 onde os diferentes fatores que afetam a decomposição foram pontuados de acordo com a sua influência.

Tabela 1.3 - Dados compilados por Mann *et al.*, (1990) por Sledzik e Micozzi (1997) e Myburgh (2010) relativamente à influência de alguns fatores que afetam a decomposição cadavérica.

Temperatura	5
Acesso a insetos	5
Enterramento e profundidade	5
Carnívoros e roedores	4
Traumas	4
Humidade ou secura	4
Precipitação	3

Tamanho corporal e peso	3
Embalsamento	3
Roupa	2
Corpo à superfície	1
pH	Não é conhecido

5 = muito influenciável; 1 = pouco influenciável

Os fatores intrínsecos também vão afetar a decomposição pois cada cadáver é único, sendo que dois processos de decomposição não serão nunca iguais (Pinheiro, 2006).

Existem alguns estudos que tentam perceber o papel dos fatores tafonômicos como da temperatura (Micozzi, 1986, 1997; Megyesi *et al.*, 2005), dos fatores microbiológicos (Hopkins *et al.*, 2000), do solo (Forbes, 2008b; Forbes *et al.*, 2005a, 2005b, 2005c; Durães *et al.*, 2010), do efeito da exposição solar (Komar, 1999; Vitta *et al.*, 2007; Ozdemir e Sert, 2009; Horenstein *et al.*, 2010; Prado e Castro *et al.*, 2011b; Gurafi e Mohamed, 2012), o efeito da roupa (Komar, 1999), do local de deposição (betão versus pasto) (Anton *et al.*, 2011), da massa corporal (Sutherland *et al.*, 2013) e da presença ou ausência de insetos (Pechal *et al.*, 2014).

De acordo com o estudo de Simmons e colegas (2010) a taxa de decomposição é lenta nas carcaças maiores o que poderia ser atribuída à maior massa corporal para os insetos consumirem o que subsequentemente prolonga o tempo de esqueletização. Assim, o tamanho corporal é um fator significativo quando as carcaças são acessíveis aos insetos. Quando estes são excluídos, o tamanho da carcaça não parece influenciar a taxa de decomposição.

Apesar de existirem alguns estudos sobre o tamanho corporal, percebe-se que não há consenso sobre o seu efeito sobre a decomposição (Sutherland *et al.*, 2013).

O estudo de Benninger e colegas (2008) demonstrou de forma satisfatória que uma carcaça de suíno pode libertar uma quantidade significativa de nutrientes no solo e que alguns desses nutrientes ainda estão presentes no solo cem dias após a morte. Dos nutrientes analisados, o nitrogênio e o fósforo parecem fornecer dados muito úteis mesmo em períodos prologados após a morte e podem mesmo permanecer detetáveis durante um longo período de tempo.

1.1.1.6. Contexto de inumação

Em relação aos **cadáveres inumados** a lenta taxa de decomposição é afetada pelo ambiente circundante (Forbes *et al.*, 2005a; Enwere, 2008; Gaudry, 2010; Schotsmans *et al.*, 2011; HauTEO *et al.*, 2013) e pelos fatores intrínsecos ao cadáver como o tamanho corporal, a causa de morte, entre outros (Gaudry, 2010).

O ambiente de enterramento é geralmente definido pelas condições químicas, biológicas e geológicas que são características de um determinado local (Forbes *et al.*, 2005a, 2005b; Gaudry,

2010). Tais condições são modificadas pela presença de um cadáver e um certo número de fatores vão influenciar a decomposição, tais como as condições perimortem, tempo entre a morte e o enterramento (Niederegger *et al.*, 2014), a falta de oxigénio (Clark *et al.*, 1997; Forbes *et al.*, 2005b; Pinheiro, 2006; Vass, 2011), pois as bactérias que existem no solo são anaeróbicas e não são tao eficientes na decomposição como as aeróbicas, a falta da atividade de insetos, por exemplo devido ao acesso limitado devido ao enterramento (Rodriguez, 1997; Sledzik, 1998; Campobasso *et al.*, 2001; Pinheiro, 2006; Gaudry, 2010; Pinheiro *et al.*, 2012; HauTEO *et al.*, 2013; Mariani *et al.*, 2014), a proteção contra os fatores ambientais, pois um corpo inumado é protegido contra as flutuações de temperaturas do ambiente (Forbes, 2008a; Gaudry, 2010; Myburgh, 2010), a temperatura do solo que geralmente é menor e mais constante que a temperatura do ar (Pinheiro, 2006; Forbes, 2008a).

Estes fatores estão relacionados com o método de enterramento, nomeadamente o uso ou não de caixão, o tipo de vestuário utilizado ou a profundidade do mesmo, bem como as condições físicas do local, tais como o tipo e pH do solo, a atividade biológica, humidade, temperatura e concentração de oxigénio (Clark *et al.*, 1997; DiMaio e DiMaio, 2001; Fielder e Graw, 2003; Forbes *et al.*, 2005a, 2005b; Pinheiro, 2006; Enwere, 2008; Tibbett, 2010; Vass, 2011; Niederegger *et al.*, 2014).

A **concentração de oxigénio** é crucial para a sobrevivência e proliferação das bactérias aeróbicas. Um ambiente com pouca circulação de ar tende a ter uma decomposição mais lenta e promovendo assim a preservação do cadáver (Forbes *et al.*, 2005b).

Relativamente à **profundidade**, quando a sepultura é muito rasa é mais facilmente acedida pelos artrópodes mas também é afetada pelas flutuações sazonais da temperatura (Haglund, 2003; Pinheiro, 2006; Carter e Tibbett, 2008; Janaway *et al.*, 2009a; Schotsmans *et al.*, 2011). Quanto mais profunda for a sepultura, mais lenta será a decomposição levando a uma melhor preservação do corpo (Dent *et al.*, 2004; Pinheiro, 2006; Gunn, 2009; Myburgh, 2010). Corpos inumados entre os 30 e os 60cm levam meses ou mesmo um ano para chegar à esqueletização, enquanto covas entre os 90 e os 120cm precisam de vários anos para chegar à mesma fase (HauTEO *et al.*, 2013). Segundo Schultz e colegas (2006), em enterramentos de 50cm a 60cm, após doze meses e vinte e três dias os cadáveres de três porcos exibiam vários graus de esqueletização, com alguma retenção de tecidos dessecados. Após vinte e um mês e meio a esqueletização estava completa. De acordo com Rodriguez (1997) a uma profundidade superior a 128cm, a esqueletização só se observou passados dois a três anos. Em enterros com uma profundidade até 30cm ainda é possível observar alguma atividade necrófaga, enquanto em enterramentos superiores a 1m vão restringir o acesso à fauna entomológica e a outros invertebrados (Rodriguez, 1997; Campobasso *et al.*, 2001; Pinheiro, 2012; HauTEO *et al.*, 2013). Em cadáveres inumados a diversidade da fauna é mais limitada que à superfície, sendo que a decomposição é consideravelmente mais lenta (Mariani *et al.*, 2014). Isto porque apenas algumas espécies são capazes de colonizar cadáveres inumados, mesmo a poucos centímetros de profundidade (Mariani *et al.*, 2014).

O **ambiente do solo circundante** também pode retardar a decomposição de corpos inumados (Ferreira e Cunha, 2013). Em enterramentos muito profundos a **temperatura** é relativamente mais fria retardando assim a decomposição (Bass, 1997; Galloway, 1997; Pinheiro, 2006; Forbes, 2008a; Prado e Castro, 2011; Matuszewski *et al.*, 2011) sendo que também vai afetar a biologia dos insetos (Mariani *et al.*, 2014). As bactérias têm uma temperatura ótima, que é por volta dos 37°C (Forbes *et al.*, 2005b; Pinheiro, 2006; Gaudry, 2010). Normalmente a temperatura do solo é mais baixa e a atividade bacteriana pode ficar inativa (Forbes *et al.*, 2005b). Assim a atividade putrefativa também fica inativada, pois a putrefação cessa abaixo dos 10°C e acima dos 40°C (Forbes *et al.*, 2005b; Gaudry, 2010).

A profundidade do enterramento também vai influenciar na **quantidade de humidade** (Rodriguez, 1997). Enterros profundos geralmente exibem uma maior percentagem de humidade devido ao menor grau de evaporação (Forbes, 2008a). A presença de água subterrânea vai afetar a decomposição ou a alta humidade da areia que podem favorecer a formação de adipocera (Forbes, 2008a; Forbes *et al.*, 2005b;). Espera-se que um cadáver inumado no inverno, onde as temperaturas são baixas e a precipitação é elevada (solos mais húmidos e a presença de insetos necrófagos é mais escassa), saponifique mais depressa do que se fosse um cadáver inumado no verão (Ferreira e Cunha, 2013).

O **tipo e a composição do solo** são fatores muito importantes que podem afetar o processo de decomposição pois o solo entra em contacto direto com o cadáver (Gaudry, 2010; Myburgh, 2010): se o solo for muito áspero, a decomposição pode ser inibida ou reduzida devido à difusão de gases através da matriz do solo (Fielder e Graw, 2003; Tumer *et al.*, 2013). Por outro lado, se for de textura fina, como o caso de solos argilosos, o solo tem uma menor taxa de difusão de gás que o solo de textura mais grossa, portanto a troca de oxigénio-dióxido de carbono pode não ser suficiente para produzir micróbios aeróbicos e essas condições causam o domínio dos micróbios anaeróbicos que são decompositores menos eficientes e que muito provavelmente levarão à formação de adipocera (Rodriguez, 1997; Myburgh, 2010; Tumer *et al.*, 2013). Assim a decomposição é atrasado devido à falta de trocas gasosas (Gunn, 2009).

Porém os trabalhos de Forbes e colegas (2005c) e de Durães e colegas (2010) demonstram que a formação de adipocera também é possível em solos arenosos e húmidos.

O estudo de Tumer e colegas (2013) mostrou que as alterações mais dramáticas estão relacionadas com solos barrentos e orgânicos, comparando com os solos argilosos e arenosos. Em solos húmidos e porosos a decomposição é mais rápida, isto em inumações a pouca profundidade (Pinheiro, 2006). Quanto maior a profundidade do mesmo, mais probabilidades há de formação de adipocera (Forbes *et al.*, 2005c; Carter *et al.*, 2010; Durães *et al.*, 2010; Ferreira, 2012; Moses, 2012).

O **pH** também é crucial para a formação de adipocera. pH's muito ácidos não favorecem a sua formação. A presença de acidez parece retardar o processo, isto porque muitas das bactérias não sobrevivem nesses ambientes e assim elas não podem entrar em ação (Forbes *et al.*, 2005b).

Assim, solos com um pH neutro ou ligeiramente alcalino parecem favorecer a formação de adipocera (Forbes, 2008a; Ferreira, 2012; Moses, 2012).

A menos que o crescimento microbiano seja retardado ou interrompido, os tecidos moles eventualmente irão liquefazer-se e desintegrar-se-ão levando à esqueletização dos restos (Janaway *et al.*, 2009a; Schotsmans *et al.*, 2011)

Rodriguez (1997) e Clark e colegas (1997) concluíram que restos inumados levam cerca de oito vezes mais a decompor que os restos à superfície. Resultados diferentes foram observados por Gunn (2009) onde concluiu que a decomposição é apenas quatro vezes mais lenta que à superfície.

Além dos estudos acima mencionados, existem outros, como o de Gunn e Bird (2011) que tenta perceber a **capacidade de alguns insetos de colonizarem cadáveres inumados** a diferentes profundidades.

Regra geral, um cadáver inumado decompõe muito mais devagar que um corpo depositado à superfície (Haglund, 2003; Pinheiro, 2006; Enwere, 2008). O ambiente à superfície é mais oxigenado levando ao aumento da taxa de decomposição, bem como a exposição à fauna necrófaga, atividade humana e fatores ambientais (Dent *et al.*, 2004; Enwere, 2008).

Assim, de seguida irão ser referidos os fatores que afetam a decomposição de um cadáver inumado de acordo com Haglund e Sorg (2002): características de sepultura como profundidade e compactação; fatores temporais como o PMI antes do enterramento e a duração do enterramento; a estação do ano; as características do corpo como o estado de decomposição, a causa de morte, o estado corporal; a presença ou ausência de roupas; o fato de estarem ou não embrulhados em algum tipo de material; as características do solo como o pH, o conteúdo de oxigênio, a capacidade de drenagem, a humidade, a compactação, tipo de solo e contaminantes presentes no solo; a atividade proteolítica; outras características como a temperatura antes do enterramento, a exposição à atmosfera após a exumação; e claro a presença ou ausência de insetos, de bactérias quer sejam aeróbicas ou anaeróbicas e das plantas existentes.

Em contraste com os estudos acima mencionados, as investigações sobre a esqueletização e degradação óssea são em menor número e muitas das vezes não são desenvolvidas na área de Antropologia Forense.

1.1.2. Degradação óssea

Após a perda dos tecidos moles, os ossos ficam expostos aos vários elementos, como a temperatura, a precipitação, a humidade e a exposição solar (Micozzi, 1986; Campobasso *et al.*, 2001; Janjua e Rogers, 2008) começando a degradar-se, podendo surgir fissuras, fraturas, descalcificação ou mesmo a sua dissolução.

A degradação óssea depende da região e contexto de deposição, inumação versus deposição à superfície, exposição aos elementos, particularmente o solo e depende muito do tipo de vegetação, se

as ossadas estiverem cobertas pela flora circundante vão estar protegidas de muitos elementos que degradam a superfície óssea (Ross e Cunningham, 2011).

A desaceleração da degradação óssea é bastante mais notória em restos inumados que em restos depositos à superfície devido à proteção contra os vários fatores extrínsecos (Pinheiro, 2006).

Da mesma forma que a decomposição dos tecidos moles, é de conhecimento geral que a deterioração óssea também ocorre em estágios observáveis.

Behrensmeyer (1978) definiu a degradação óssea como sendo a destruição do osso por agentes físicos e químicos que operam quer na superfície quer no interior do osso (Baxter, 2004; Andrews e Whybrow, 2005; Stodder, 2008).

Galloway e colegas (1989) e Behrensmeyer (1978) definiram estágios de tempo-sucessivo relativamente ao aumento de deterioração que sugerem que o mesmo está relacionado com o tempo de exposição dos restos ósseos.

O sistema de classificação de Behrensmeyer (1978) (Tabela A4) é o mais conhecido e mais utilizado em diversas regiões geográficas. Divide a esqueletização em seis estádios que foram definidos através da observação de mudanças físicas contínuas nos ossos ao longo do tempo (Janjua e Rogers, 2008). Segundo a autora, a atribuição de um estádio a um elemento é baseada na mudança que ocorre na superfície no mínimo a 1cm². Estes estádios vão desde a superfície óssea sem fissuras nem descamação, normalmente o osso ainda é gorduroso, tecidos moles, pele, músculo ou ligamentos ainda podem cobrir parte ou a totalidade do osso (estádio 0) até ao estágio 5 onde o osso pode estar fragmentado, frágil e facilmente se quebra. Normalmente o osso esponjoso está exposto, isto quando presente (Behrensmeyer, 1978; Ubelaker, 1997). É necessário ter em atenção que num mesmo osso podem existir vários estádios.

Apesar de ser constantemente utilizado, é um método que gera uma estimativa muito ampla, normalmente meses ou anos. (Boaks e Mortazavi, 2014).

Galloway e colegas (1989, 1997) dividem a decomposição em cinco estádios que são subdivididos em 21 categorias (Tabela A5). Os cinco estádios são sucessivos mas as categorias não refletem necessariamente uma sequência de eventos. Duas das cinco categorias reportam-se à esqueletização (categoria D – esqueletização e categoria E – decomposição extrema, sendo esta última dedicada a classificar o estado de degradação do osso seco).

No entanto, quando se trata de restos inumados, este processo é mais demorado pois a maioria dos agentes destrutivos não entram em ação (Pinheiro, 2006; Cunningham *et al.*, 2011; Ross e Cunningham, 2011). Portanto, o enterramento representa um ambiente único, embora não muito estudado.

Existem alguns estudos sobre a degradação óssea, nomeadamente em Abu Dhabi, Emirados Árabes Unidos (Andrews, 1995; Andrews e Whybrow 2005), Amboseli, Quênia (Behrensmeyer, 1978), Arizona (Galloway, 1997), República do Panamá (Ross e Cunningham, 2011) e Wales, Reino Unido (Andrews, 1995):

- Segundo **Andrews (1995, 2005)** um esqueleto de camelo morto entre os anos de 1982 e 1984 em Abu Dhabi nos Emirados Árabes Unidos foi estudado entre os anos de 1984 e 1998 (cerca de 15 anos). Este encontrava-se deitado em condições desérticas com pouca cobertura vegetal. Aquando do primeiro estudo realizado, em 1984, a escápula estava metade enterrada e foi classificada entre o estágio 0 e 1. Passados oito anos, em 1992, voltou a ser avaliada e classificada com o estágio 1, bem como a pélvis. A maioria das ossadas não mostram qualquer sinal de degradação óssea. Em 1994, na maioria dos ossos o estágio 1 era observado mas alguns já se encontravam no estágio 2 e noutros a degradação óssea não era visível. No ano seguinte a escápula foi classificada entre o estágio 2 e 3, cerca de 25% dos ossos exibem ainda o estágio 1 (Ross, 2011). Doze anos após a morte, em 1996, 50% das ossadas encontrava-se no estágio 1 mas quase a passar para o estágio 2. Mas grande parte ainda permanecia no estágio 0 sem qualquer sinal visível de degradação óssea (Ross, 2011). Em 1998 alguns ossos alcançaram o estágio 3 mas a maioria permanecia entre o estágio 1 e 2. Para concluir, a taxa de degradação óssea desértica dos ossos expostos é similar à observada na África tropical. Para ossos expostos, ao fim de oito anos a degradação é de estágio 1. Ao fim de dez anos a maioria está entre o estágio 1 e 2 onde apenas um osso foi classificado com o estágio 3. Após quinze anos a degradação é bem mais avançada e a maioria dos ossos encontra-se entre os estádios 2 ou 3 (Ross, 2011). Ossos enterrados a maior profundidade não apresentam sinais de degradação óssea ou quando presente apenas exibindo algumas fissuras. Assim após quinze anos a maioria apresenta degradação de estágio 1 (Ross, 2011). No estudo de **Behrensmeyer (1978)** em Amboseli, Quênia, em ambiente tropical, três anos após a morte do indivíduo a degradação óssea é associada ao estágio 1 e 2, entre quatro a seis anos o estágio 3 predomina, restos expostos entre sete a nove anos são classificados com os estádios 3 e 4. Restos expostos com dez a doze anos são classificados com os estádios 4 ou 5 (Ross, 2011). Behrensmeyer constatou que 62% dos restos mortais com cinco anos ou menos foram classificados com os estádios 1 e 2, 81% dos restos expostos durante menos de dez anos são classificados entre os estádios 0 e 3. A degradação óssea significativa ocorre entre os três e cinco anos de exposição com desintegração óssea que ocorre por volta dos quinze anos (Ross, 2011). Assim, dependendo das circunstâncias, os processos identificados nos estádios 2, 3, 4 e 5 normalmente ocorrem ao fim de vários meses ou vários anos (Ubelaker, 1997).

Em suma, os estádios 0 e 1 eram visíveis entre os dois e quatro anos, o estágio 1 entre os quatro e oito anos e o estágio 2 e 3 entre os dez e quinze anos (Ross, 2011). Para finalizar, o clima de Abu Dhabi promove uma menor degradação comparando com o clima de Amboseli, o que nos indica que a temperatura não é por si só um fator importante, ou seja, se fosse um fator relevante a taxa de degradação observada no deserto seria superior ao observado em clima tropical. A combinação da menor radiação solar e da humidade são apontados como os dois fatores que resultam da baixa degradação óssea em Abu Dhabi.

- Outro estudo feito em Wales em 1978 (**Andrews, 1995**) no Reino Unido com vários esqueletos de ovelhas, vacas, cavalos, texugos, raposas e outros mamíferos de pequeno porte, num total de cento e cinquenta carcaças mortos em 1974. Alguns ossos expostos, sem cobertura da vegetação, apresentavam estágio 1 ao fim de dez a doze anos e estágio 2 ao fim de dezanove anos. Assim podemos concluir, os estádios de degradação óssea são mais prolongados em clima temperado que em condições tropicais ou desérticas (Ross, 2011).

- **Galloway et al., (1989)** refere que a esqueletização no Arizona pode ocorrer em 1/5 do tempo no Verão comparada com o Inverno (Komar, 1999). Sendo que a esqueletização completa pode ocorrer ao fim de seis meses.

- No estudo de **Galloway (1997)** no Arizona a autora relatou um caso excepcional de pré esqueletização que ocorreu ao fim de sete dias após a morte.

- Num estudo de **Ross e Cunningham (2011)** feito na República do Panamá, clima temperado, em cadáveres inumados a uma profundidade de 122cm, o estágio 0 foi observado quando as ossadas têm menos de dez anos, o estágio 1 entre os dez e quinze anos, o estágio 2 entre quinze e vinte anos, o estágio 3 entre vinte e trinta anos e o estágio 4 apenas foi observado quando as ossadas têm mais de 30 anos.

É ainda importante a realização de mais estudos sobre a degradação óssea pois esta varia consoante o clima e as regiões geográficas (Behrensmeier, 1978).

1.1.3. Processos e fatores tafonómicos

Como já foi referido, a Tafonomia estuda a interação entre os agentes opostos de preservação e destruição do cadáver.

“Após a morte, o cadáver sofre imensas alterações que são consequentes do desequilíbrio homeostático entre os diferentes órgãos e sistemas do organismo” (Ferreira, 2012: 9). Com o passar do tempo estas alterações levam a um equilíbrio entre o cadáver e o ambiente que o rodeia. Os processos que atuam sobre o cadáver e que levam à perda de informação biológica são os processos *postmortem*, que como foi referido, são a base da Tafonomia.

No entanto, existem processos tafonómicos que levam à preservação do cadáver pois abrandam a decomposição, como o caso da mumificação, da saponificação ou da congelação (onde a putrefação cessa a temperaturas abaixo dos 4°C (Micozzi, 1997).

Segundo Nawrocki (1995, 1996, 2009), os **processos tafonómicos** podem ser divididos em três categorias, os **fatores ambientais**, os **fatores individuais** e os **comportamentais ou culturais** (Sledzik e Micozzi, 1997; Sorg e Haglund, 2002; Simmons *et al.*, 2010; Vass, 2011; Ferreira, 2012).

Os **fatores individuais**, ou também denominados por **fatores intrínsecos**, referem-se às características físico-químicas dos ossos cujas variáveis são o **tamanho, forma e densidade óssea, idade à morte e sexo** do indivíduo e claramente as **condições patológicas** (Nawrocki, 1995). Estes

são particularmente difíceis de avaliar em estudos experimentais pois a combinação dos fatores intrínsecos ao cadáver pode ser infinita.

Os **fatores ambientais**, ou **extrínsecos**, referem-se às condições do ambiente imediato ao osso e que são o alvo deste estudo. São os fatores que influenciam diretamente na decomposição do cadáver. Estes podem ser subdivididos em abióticos e bióticos, sendo que aos abióticos pertencem a temperatura, a radiação solar, contacto com água, a precipitação, pH e a profundidade do enterramento, ou seja, fatores não vivos, enquanto os fatores bióticos envolvem a ação ou a presença de organismos vivos, como os carnívoros, roedores e as plantas (Nawrocki, 1995, 1996).

As cenas forenses são um microsistema com três principais categorias de fatores tafonómicos que interagem entre si (Nawrocki, 1996) (Figura 1.1):

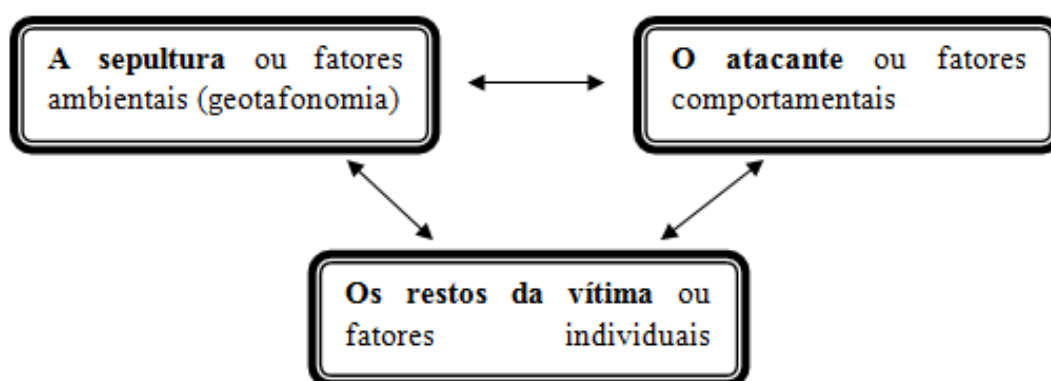


Figura 1.1 – Principais categorias tafonómicas que interagem entre si numa cena forense.

A **flora** pode alterar a humidade, a porosidade e a própria composição do solo. Pode desmineralizar a superfície óssea além de poder causar fraturas *postmortem*. As raízes também atuam sobre o osso (Nawrocki, 1995). Além dos bolores que podem corroer a superfície óssea afetando assim a sua preservação.

A **fauna** inclui não só a decomposição e o transporte mas também a fratura, desarticulação e a destruição óssea (Haglund, 1997a, 1997b). A fauna necrófaga tem um papel importante principalmente quando os restos são expostos à superfície (Haglund, 1997a, 1997b; Haskell *et al.*, 1997; Ferreira, 2012). Esta é atraída de imediato para o cadáver bem como pequenos roedores que podem dispersar as peças ósseas além de poderem deixar marcas de mordidas. A sua composição afeta diretamente a decomposição cadavérica (Haskell *et al.*, 1997; Simmons *et al.*, 2010). Ter em atenção que a atividade dos insetos é fortemente afetada pela temperatura e diminui bastante com o enterramento, principalmente a grandes profundidades (Rodriguez, 1997).

A **água** é considerada um dos fatores mais importantes (Nawrocki, 1995, 2009). A quantidade de água presente num dado local pode afetar os vestígios quer a nível macroscópico como a nível microscópico (Gill-King, 1997; Nawrocki, 2009; Vass, 2011; Ferreira, 2012). A principal ação da água ocorre por lixiviação onde há a quebra das cadeias minerais e isso leva a uma rápida degradação

óssea, além de poder dispersar as peças ósseas. No caso da quantidade da água, se esta for em abundância pode levar à formação de adipocera (Nawrocki, 2009; Myburgh, 2010) ou no caso oposto, levar à mumificação (Rodríguez, 1997; Sledzik e Micozzi, 1997; Carter e Tibbett, 2008; Nawrocki, 2009; Myburgh, 2010). A própria presença de água condiciona a ação da fauna e da flora, nomeadamente no que se refere aos insetos (Nawrocki, 2009).

O **fogo** pode provocar alterações na cor, peso e textura dos ossos. Este fator pode ser considerado como sendo um fator ambiental ou comportamental.

O **solo** é caracterizado por um conjunto complexo de minerais, matéria orgânica, sal e soluções orgânicas, contendo vários organismos micro e macroscópicos que irão exercer diferentes influências em diferentes locais e em diferentes situações de sepultamento (Dent *et al.*, 2004) tem assim uma ação química e mecânica. É importante em casos de enterramento pois a pressão dos sedimentos sobre o cadáver pode criar deformação óssea, fraturas *postmortem* e esmagamento. A sua composição é crucial no processo da decomposição, sendo que em solos mais porosos a decomposição acelera enquanto em solos mais densos o processo é atrasado (Rodriguez, 1997; Hopkins, 2008). Em solos mais compactos a concentração de oxigénio é baixa e a entrada dos insetos não é possível levando a uma putrefação mais lenta. Em solos mais soltos os insetos facilmente os penetram, a concentração de oxigénio é mais elevada e também é mais propenso à escavação da fauna de maior porte como canídeos. Solos com textura fina (argilosos) estão associados à inibição da decomposição do cadáver e também são associados à baixa difusão dos gases (Carter *et al.*, 2007). Solos mais húmidos e de textura fina podem resultar na diminuição da decomposição porque a taxa na qual o oxigénio é trocado com o dióxido de carbono pode não ser suficiente para a demanda microbiana aeróbica (Carter *et al.*, 2007). Assim os responsáveis pela decomposição são os microrganismos anaeróbicos que são menos eficientes (Carter *et al.*, 2007). Naturalmente que o pH também vai influenciar na preservação óssea: pH alcalino tem uma boa preservação óssea, pH neutro a preservação também é boa, pH ácido leva a uma má preservação óssea.

Todas estas condições relativas à composição do solo podem favorecer a formação de adipocera (Forbes *et al.*, 2005b; Carter *et al.*, 2007) o que significa uma baixa taxa de decomposição.

O **oxigénio** é um elemento importantíssimo no início da decomposição (Clark *et al.*, 1997; Vass, 2011), pois pode desacelerar a atividade bacteriana abrandando assim o processo (Gill-King, 1997). A falta de oxigénio em redor do cadáver tende a retardar a decomposição devido ao atraso dos processos oxidativos. Normalmente há deficiência de oxigénio na água e no solo, diminuindo assim o potencial redução/oxidação abrandando todo o processo e favorecendo a degradação anaeróbica (Vass, 2011). Obviamente que a concentração do oxigénio vai variar com o tipo de solo (em solos secos que sejam arejados, o potencial redução/oxidação tende a ser mais alto, acelerando assim a decomposição em covas rasas (Vass, 2011)), o tipo e a profundidade do enterramento e claro a altitude a que o cadáver se encontra (Vass, 2011), sendo bastante mais importante na decomposição dos tecidos moles

do que na degradação óssea. Um ambiente com bastante oxigênio vai aumentar a taxa de decomposição (Dent *et al.*, 2004).

A **exposição ao sol** também é extremamente importante (Nawrocki, 2009) pois esta torna, os ossos frágeis e a decomposição é mais rápida ao sol do que à sombra (Komar, 1999; Vitta *et al.*, 2007; Ozdemir e Sert, 2009; Horenstein *et al.*, 2010; Prado e Castro *et al.*, 2011b; Gurafi e Mohamed, 2012). Provoca a desidratação do osso, o que faz com que fique seco. Destrói a parte mineral do osso, o colagênio, provocando escamação e branqueamento. Ao final de algum tempo, o osso pode fraturar. Assim, ossos expostos ao sol são mais leves porque estão desidratados e porque perderam matéria orgânica.

Exposição do cadáver à superfície, o seu enterramento ou a sua submersão irão ter diferentes consequências no desenvolver da decomposição. Os restos cadavéricos expostos à superfície decompõem bastante mais depressa do que os inumados, bem como a erosão óssea (Sledzik, 1998; Nawrocki, 2009; Ferreira, 2012). O enterramento, normalmente, protege os restos cadavéricos dos raios solares e da ação da fauna (Carter *et al.*, 2007; Nawrocki, 2009), quer dos insetos responsáveis pela decomposição inicial quer dos mamíferos de maior porte que podem dispersar as peças ósseas, além de poderem deixar marcas de mordeduras nos mesmos (Haglund, 1997a, 1997b; Rodriguez, 1997). A ausência de insetos aumenta o tempo de decomposição (Carter *et al.*, 2007). O enterramento também protege o cadáver das condições climatológicas extremas e diminui a concentração de oxigênio o que leva à diminuição da atividade bacteriana aeróbica durante a putrefação (Gill-King, 1997).

Segundo Carter e colegas (2007: 14), o seguinte gráfico (Figura 1.2) mostra a curva sigmoideal da decomposição tipicamente associada ao cadáver em decomposição à superfície (-) e em contexto de enterramento (--). Os dados da perda de massa à superfície foram compilados através dos dados de Payne (1965) e os do enterramento de Carter (2005).

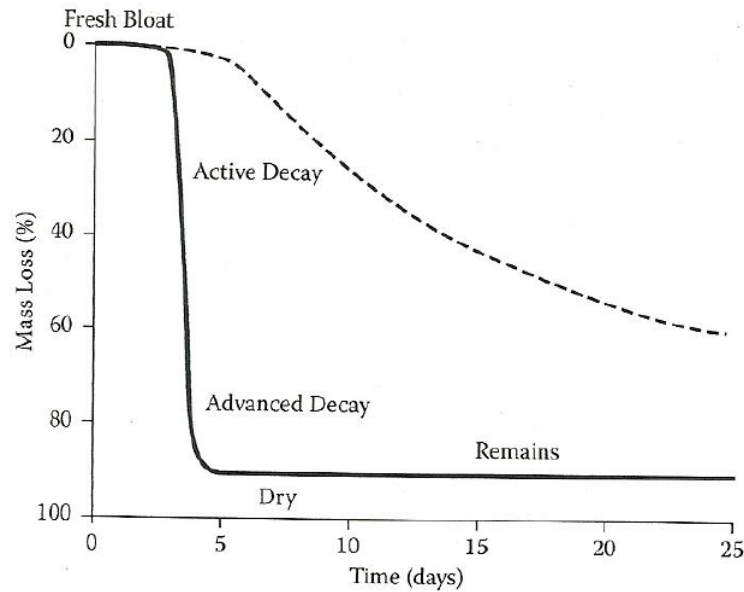


Figura 1.2 – Curva sigmoideal da perda de massa associada à decomposição de um cadáver exposto à superfície (-) e de um cadáver inumado (--). Adaptado de Carter e colegas (2007).

Por fim a **temperatura** mas talvez o fator mais importante (Bass, 1997; Clark *et al.*, 1997; Campobasso *et al.*, 2001; Fielder e Graw, 2003; Dent *et al.*, 2004; Megyesi *et al.*, 2005; Carter e Tibbett, 2008; Carter *et al.*, 2009; Hopkins, 2008; Nawrocki, 2009; Myburgh, 2010; Vass, 2011; Meyer *et al.*, 2013), pois esta é diretamente proporcional à taxa de decomposição. O seu efeito varia consoante a latitude, a altitude, região geográfica, a estação do ano, a presença ou ausência de água, a presença de vestuário, a profundidade de enterramento, a circulação de ar, a vegetação circundante, entre outros, assim como a sua combinação (Gill-King, 1997; Vass, 2011). Temperaturas entre os 25°C e os 35°C são ótimas para o desenvolvimento das bactérias (Campobasso *et al.*, 2001; Marques, 2008; Nawrocki, 2009; Myburgh, 2010) e assim para uma rápida decomposição (Carter e Tibbett, 2008; Carter *et al.*, 2008; Meyer *et al.*, 2013). As reações químicas aumentam duas ou mais vezes a cada aumento de 10°C no ambiente, chamada de Lei de Van't Hoff's ou Lei dos dez (Vass, 2011).

Este fator pode condicionar a atividade da fauna, nomeadamente na atividade dos insetos que tende a aumentar com o aumento da temperatura (Nawrocki, 2009), tonando assim a taxa de decomposição diretamente proporcional à temperatura, exceto no caso de a temperatura ser extrema (Sorg e Haglund, 2002; Ferreira, 2012), por exemplo a fauna entomológica tem menor atividade nos meses frios (Carter e Tibbett, 2008; Vass, 2011). O fato do cadáver se encontrar vestido pode atrasar o arrefecimento corporal e favorecer o início da putrefação (Campobasso *et al.*, 2001).

A **ventilação** e a **humidade** também são fatores importantes (Marques, 2008). Ambientes secos e com vento desidratam o cadáver mais rapidamente prejudicando a proliferação das bactérias e desencadeando o processo de mumificação; ambientes húmidos absorvem os tecidos a atrasam a decomposição como no caso de cadáveres emersos (Campobasso *et al.*, 2001; Marques, 2008).

Os **fatores comportamentais** ou **culturais**, melhor denominados por **fatores antrópicos**, são criados pela atividade do homem. Estão relacionados com o **tipo de tratamento dado ao cadáver** (Nawrocki, 1995). Antagonismos em relação ao cadáver estar inumado ou exposto, se foi embalsamado, se foi inumado numa vala comum, entre outros fatores. O fogo pode também ser considerado um fator antrópico.

1.2. Entomologia forense

O estudos dos insetos presentes no cadáver dá contributo na estimativa do PMI (Amendt *et al.*, 2004, 2007; Vitta *et al.*, 2007; Bonacci *et al.*, 2010; Tibbett, 2010; Prado e Castro *et al.*, 2011a, 2011b, 2012)), sendo esta uma disciplina em plena expansão, apesar das investigações habitualmente serem feitas com recurso a modelos animais (Hall, 1900; Ozdemir e Sert, 2009; Matuszewski *et al.*, 2008, 2011; Michaud *et al.*, 2011; Prado e Castro *et al.*, 2011b) como o porco doméstico.

Os insetos são atraídos para o cadáver imediatamente após a morte, muitas vezes passados minutos (Payne, 1965; Smith, 1986; Bass, 197; Haskell *et al.*, 1997; Anderson, 2001; Campobasso *et al.*, 2001; Amendt *et al.*, 2004; Marques, 2008; Martins, 2009; Ozdemir e Sert, 2009; Goff, 2010; Gurafi e Mohamed, 2012; Pinheiro *et al.*, 2012; Stejskal, 2013) devido aos odores e gases libertados pelo cadáver durante a decomposição da matéria orgânica.

A perícia de Entomologia incide nas seguintes questões a nível médico-legal:

- Tenta estimar o tempo decorrido após a morte (Smith, 1986; Oliveira-Costa e Mello-Patiu, 2004; Arnaldos *et al.*, 2005, 2006; Gómez Gómez *et al.*, 2007; Vitta *et al.*, 2007; Segura *et al.*, 2009; Prado e Castro *et al.*, 2011a, 2011b, 2012; Gurafi e Mohamed, 2012; Mariani *et al.*, 2014) e a estação do ano em que ocorreu;

- Auxiliar a determinar o local da morte em relação a eventuais deslocações *postmortem* do corpo (Segura *et al.*, 2009; Horenstein *et al.*, 2010; Joseph *et al.*, 2011) uma vez que há espécies que apenas existem em zonas rurais e outras em zonas urbanas;

- Auxiliar na determinação das circunstâncias da morte em casos de negligência ou de abandono e em casos de infestações de pessoas vivas (Anderson, 2001; Arnaldos *et al.*, 2006; Bonacci *et al.*, 2010).

A distribuição, biologia e o comportamento dos insetos encontrados em cadáveres fornecem informações sobre quando, onde e mesmo como, em determinadas ocasiões um crime foi cometido ou uma pessoa morreu (Anderson e Cervenka, 2002; Amendt *et al.*, 2007).

A matéria orgânica em decomposição é uma fonte de alimento e de refúgio para um grande número de artrópodes (Rodriguez 1997; Campobasso *et al.*, 2001; Arnaldos *et al.*, 2006).

Estes animais, associados à matéria orgânica em decomposição nos seus diferentes estádios, formam a comunidade sarcosaprófaga (Arnaldos, *et al.* 2006; DiMaio e Dana, 2006; Bonacci *et al.*, 2010; Horenstein *et al.*, 2010; Amendt *et al.*, 2011). Esta é formada por diferentes grupos ecológicos

que devem ser classificados de acordo com as interações do inseto sobre a carcaça, a diversidade de alimento, os seus hábitos alimentares e a biologia das espécies (Kocarek, 2003; Ozdemir e Sert, 2009). A classificação varia consoante os autores mas a mais utilizada é a de Smith (1986) (Payne 1965; Arnaldos, 2000; Campobasso *et al.*, 2001; Carvalho e Linhares, 2001; Marques, 2008; Ozdemir e Sert, 2009; Bonacci *et al.*, 2010; Horenstein *et al.*, 2010; Gurafi e Mohamed, 2012; Joseph *et al.*, 2011; Pinheiro *et al.*, 2012):

De acordo com o autor existem as categorias ecológicas que podem ser encontradas num cadáver em decomposição: as espécies necrófagas, os predadores e parasitas das espécies necrófagas, as espécies omnívoras, as espécies acidentais e as espécies específicas do habitat onde se encontra o cadáver (Campobasso *et al.*, 2001; Amendt *et al.*, 2004, 2011; Arnaldos *et al.*, 2005; Goff, 2010).

Os grupos acima apresentados exibem uma grande variedade. A sua presença pode ser determinante para a obtenção de informação forense, mas atenção que nem todas as espécies têm a mesma importância. Regra geral, os três primeiros grupos são os que têm mais importância (Campobasso *et al.*, 2001; Joseph *et al.*, 2011). Os necrófagos que aparecem já têm uma sequência previsível e são os mais importantes para estabelecer uma possível data de morte (Arnaldos *et al.*, 2006). Os omnívoros surgem mais ou menos ao mesmo tempo que os necrófilos e mantem-se em todos os estádios de decomposição, podendo fornecer informações tanto sobre o cadáver em si como sobre um possível transporte e sobre a comunidade de artrópodes presentes no cadáver (Arnaldos *et al.*, 2005, 2006).

Assim, a **entomologia forense** é a aplicação do estudo dos insetos à investigação criminal que se divide em três componentes: a entomologia urbana, a entomologia dos produtos armazenados e a que se insere dentro de área de Antropologia Forense, a entomologia médico-legal que utiliza os insetos na resolução de crimes (Byard e Castner, 2001; Gómez Gómez, 2007; Vitta *et al.*, 2007; Cainé, 2010; Gurafi e Mohamed, 2012; Joseph, 2011).

Os insetos são assim usados em investigações médico legais pois o cadáver é usado como um recurso alimentar (Sorg e Haglund, 2002), os insetos são abundantes e muito diversos, porque são os principais responsáveis pelo consumo do cadáver, porque são os primeiros a encontrar um corpo em decomposição (Payne, 1965; Smith, 1986; Haskell *et al.*, 1997; Anderson, 2001; Campobasso *et al.*, 2001; Amendt, 2004; Marques, 2008; Ozdemir, 2009; Myburgh, 2010; Gurafi e Mohamed, 2012; Pinheiro, 2012), o que vai criar um relógio biológico que nos vai ajudar na estimativa do PMI e porque a fauna encontrada no corpo muda numa sequência previsível ao longo de todo o processo de decomposição (Smith, 1986; Carter, 2007; Gómez Gómez *et al.*, 2007; Ozdemir e Sert, 2009; Bonacci, *et al.* 2010; Al-Mesbah *et al.*, 2012).

Portanto, os estádios de decomposição vão alterar o grau de atratividade para as diferentes espécies de artrópodes, vai alterar a sucessão e vai alterar a sequência de colonização previsível (Arnaldos *et al.*, 2006; DiMaio e Dana, 2006; Mariani *et al.*, 2014).

A estimativa do PMI baseada na entomologia forense tem grandes vantagens, comparando com outros métodos, dando-nos resultados excelentes mesmo em cadáveres em avançado estado de decomposição. O tipo de espécies que se encontra num cadáver é influenciado pela localização geográfica, clima associado, hora do dia, estação do ano, tipo de habitat, tamanho e tipo da carcaça e acessibilidade à carcaça (Payne, 1965; Smith, 1986; Anderson, 2001, 2002; Campobasso *et al.*, 2001; Arnaldos *et al.*, 2006; Marques, 2008; Ozdemir e Sert, 2009; Bonacci *et al.*, 2010; Amendt *et al.*, 2011; Brundage *et al.*, 2011; Prado e Castro *et al.*, 2011b; Gurafi e Mohamed, 2012). O clima vai definir o habitat, a vegetação, o tipo de solo e as condições meteorológicas (Arnaldos *et al.*, 2006). Obviamente que este conjunto de características influencia o tipo de insetos presentes, bem como a sua aparição sazonal (Anderson, 2001; Arnaldos *et al.*, 2006). A temperatura é um fator que influencia bastante a distribuição das espécies (Campobasso *et al.*, 2001; Bajerlein *et al.*, 2011) e o seu tempo de desenvolvimento, ou seja, temperaturas elevadas reduzem o tempo de desenvolvimento de Dípteros pois favorece o eclodir dos ovos e aceleram a maturação das larvas, podendo aumentar o dobro do seu tamanho em apenas algumas horas (Campobasso *et al.*, 2001). Temperaturas mais quentes aumentam o número e o tipo de insetos associados ao cadáver e a sua atividade acelera a decomposição (Campobasso *et al.*, 2001; Pinheiro *et al.*, 2012). Um cadáver exposto durante a primavera ou verão tem uma fauna mais rica e é diferente da fauna encontrada no outono ou inverno (Campobasso *et al.*, 2001). Como notado por Payne (1965), na ausência de insetos, a decomposição demora mais tempo e o processo pode nunca ficar completo, ou seja, o estágio esqueletização pode muitas vezes não ser observado.

Bass (1997) fez um estudo no Tennessee onde tentou relacionar a atividade dos insetos à putrefação durante o verão e o inverno em 1980. De acordo com o seu estudo, a decomposição abrandou na estação fria devido à reduzida quantidade de insetos. Temperaturas entre os 5°C e os 13°C asseguram a infestação de Dípteros no cadáver (Pinheiro *et al.*, 2012), mas temperaturas próximas dos 0°C causam a morte de algumas larvas, principalmente nos estádios I e II (Marques, 2008; Pinheiro *et al.*, 2012). No entanto, se os ovos estiverem protegidos e as larvas já tiverem um determinado tamanho ou se estiverem agrupadas, elas estão protegidas do frio (Marques, 2008; Pinheiro *et al.*, 2012). Tanto roupa como a pele servem de proteção contra as intempéries climatéricas (Bass, 1997; Campobasso *et al.*, 2001). No verão, a rápida decomposição do cadáver é essencialmente devido à grande quantidade de insetos necrófagos.

A determinação do PMI ou do local onde ocorreu a morte, pode ser encontrada se a fauna necrófaga da região em questão for conhecida bem como das variações sazonais e a distribuição das diferentes espécies.

Existem duas ordens de insetos com grande importância forense, são elas a ordem *Diptera* e *Coleoptera* (Carvalho e Linhares, 2001; Anderson e Cervenka, 2002; Bharti e Singh, 2003; Kocarek, 2003; Marques, 2008; Horenstein *et al.*, 2010; Prado e Castro, 2011; Joseph *et al.*, 2011; Pinheiro *et al.*, 2012; Mariani *et al.*, 2014).

A ordem ***Diptera*** é o grupo predominante associado à decomposição devido à abundância e diversidade. São os primeiros a chegar ao cadáver (Anderson, 2002; Lopes, 2012; Stejskal, 2013) e são as espécies mais importante no cálculo do PMI (Campobasso *et al.*, 2001). Colocam os seus ovos em cavidades naturais como boca, narinas, ouvidos, olhos, ânus e/ou órgãos genitais ou nas suas proximidades de modo a oferecer um local protegido e húmido para o seu desenvolvimento (Bass, 1997; Campobasso *et al.*, 2001; Lopes, 2012; Pinheiro *et al.*, 2012).

A família mais importante é a ***Calliphoridae***. As suas larvas são as grandes consumidoras da biomassa do cadáver. Inclui as espécies mais importantes relativamente ao cálculo do PMI (Grassberger *et al.*, 2007; Cainé, 2010; Brundage *et al.*, 2011), são os primeiros insetos a descobrir e a colonizar o cadáver, por vezes minutos após a morte (Smith, 1986; Anderson, 2001; Anderson e Cervenka, 2002; Grassberger *et al.*, 2003; Amendt *et al.*, 2004, 2011; Segura *et al.*, 2009; Bermudez e Pachar, 2010; Gunn e Bird 2011; Pinheiro *et al.*, 2012). Preferem o cadáver fresco (Amendt *et al.*, 2011) e dominam nos primeiros dias e semanas de decomposição. Normalmente não colonizam cadáveres inumados mesmo que atraídos pelos odores, mas as informações são limitadas (Dadour e Harvey, 2008). Autores, como Smith (1986) e Gunn e Bird (2011) afirmam que mesmo uma camada fina de solo irá impedir a colonização do cadáver por esta família porque as fêmeas requerem contacto físico com a fonte de alimento larval adequado antes de colocarem os ovos. Apesar disto, existem relatos de exemplares desta família atraídas para o local onde se encontra o cadáver inumado devido ao odor que emana do solo. (Gunn e Bird, 2011).

A família ***Sarcophagidae*** chega ao cadáver simultaneamente ou um pouco depois das *Calliphoridae* (Bermudez e Pachar, 2010). Associadas a cadáveres tanto em estádios iniciais como em avançado estado de decomposição. As fêmeas colocam larvas em primeiro estágio no cadáver.

A família ***Muscidae*** é frequentemente encontrada em ambientes domésticos. Tendem a chegar ao cadáver depois das *Calliphoridae* e das *Sarcophagidae*. São importantes devido à sua distribuição geográfica alargada, ubiquidade e associação próxima ao Homem. Algumas espécies são associadas a contextos de enterramento (Payne, 1965; Mariani *et al.*, 2014) pois conseguem penetrar no solo e colonizar cadáveres a pouca profundidade (Forbes e Dadour, 2009a; Gaudry, 2010; Amendt *et al.*, 2011; Gunn e Bird, 2011), ou realizam a postura de ovos à superfície e as larvas eclodidas migram pelo solo até atingirem a carcaça (Dadour e Harvey, 2008; Gunn e Bird, 2011; Pinheiro *et al.*, 2012).

Existem outras famílias, embora com menos importância forense, como a família ***Piophilidae***, a família ***Sepsidae***, a família ***Phoridae*** onde algumas das espécies são associadas a corpos inumados pois tentam chegar ao cadáver através de rachaduras ou fendas existentes no solo (Gunn e Bird, 2011) (algumas espécies conseguem atingir corpos inumados a uma profundidade de 50cm em quatro dias (Pinheiro *et al.*, 2012)) e a família ***Sphaerocnidae***.

As famílias mais importantes são *Calliphoridae*, *Sarcophagidae* e *Muscidae* (Arnaldos *et al.*, 2005, 2006; Marques, 2008; Bonacci *et al.*, 2010; Lopes, 2012).

A segunda ordem é a ***Coleoptera*** que é a maior ordem dos insetos.

Constituída por diversas famílias: família *Silphidae*, a família *Dermestidae* que é a de maior importância forense, sendo que estão bem adaptados a alimentos mais secos, como cabelos e ossos, logo mais atraídos pelos últimos estádios de decomposição (Amendt *et al.*, 2011), família *Histeridae*, família *Staphylinidae*, família *Cleridae* e a família *Nitidulidae*.

As famílias mais importantes são *Dermestidae*, *Histeridae* e a *Cleridae* (Arnaldos *et al.*, 2005, 2006). Também *Silphidae* e *Staphylinidae* (Bonacci, *et al.* 2010).

A ordem *Hymenoptera*, constituída pelas formigas, vespas e abelhas, formam um componente muito importante tanto pela sua ação predadora sobre as larvas e ovos de Dípteros como pelos danos que podem causar em termos de marcas deixadas nos ossos (Arnaldos *et al.*, 2006). Devido à sua dieta ampla, as formigas conseguem alimentar-se em qualquer estágio da decomposição (Perotti e Braig, 2009).

Cada espécie exibe um conjunto de características adaptadas às estações sazonais que lhe permitem explorar os recursos numa variedade de habitats. Estas adaptações variam entre espécies e também de acordo com a área geográfica, o que parece ser responsável por uma determinada espécie coexistir com outras espécies altamente adaptadas. Enquanto fatores abiótico, como o clima sazonal que pode explicar a abundância e distribuição de determinada espécie, a interação entre as espécies pode restringir a variedade e resultar na divisão de recursos (Anderson, 2001; Honda *et al.*, 2008; Horenstein *et al.*, 2010; Brundage *et al.*, 2011).

Existem alguns **fatores que influenciam a sucessão de insetos no cadáver**:

1 – **A atração para o cadáver** depende do odor, visão, cor, compostos amoníacos, humidade, ovos de outras fêmeas já depositados, tamanho e tipo do cadáver, ritmo diurno do inseto e da temperatura (acima dos 12°C e abaixo dos 30°C). Existem espécies capazes de percorrer 60km devido aos odores exalados do cadáver. Os líquidos e gases produzidos durante a decomposição atraem os insetos, podendo mesmo alterar o seu comportamento (Joseph *et al.*, 2011). A sua composição depende do estágio de decomposição em que se encontra o cadáver. Cada estágio específico emite odores específicos para diferentes espécies (Kasper *et al.*, 2012).

2 – As **diferenças geográficas** na sucessão como a região geográfica ou zona bio geoclimática (habitação, vegetação, tipo de solo e condições meteorológicas). A região geográfica tem um enorme impacto no momento de chegada das diferentes espécies de insetos. Dados obtidos numa região não devem ser usados para estimar o PMI numa região diferente (Anderson, 2001; Arnaldos *et al.*, 2006; Amendt *et al.*, 2011; Bajerlein *et al.*, 2011; Brundage *et al.*, 2011).

3 – **O Efeito da estação do ano** que influencia a colonização faunística, a abundância das espécies e os picos de atividade.

4 – **O Efeito da exposição solar**. O calor leva ao aumento da atividade metabólica das larvas, a decomposição é mais rápida e tem um grande impacto na sucessão.

5 – **Zonas rurais vs. Urbanas** pois existem espécies específicas de cada zona.

6 – **Corpos encontrados dentro de edifícios.** Os insetos colonizam facilmente corpos dentro de edifícios, mesmo em andares elevados, espécies específicas dentro das casas e no exterior

7 – **Efeitos do enterramento** Mesmo em contexto de inumação os insetos são capazes de colonizar um cadáver em decomposição. Até 30cm de profundidade os insetos conseguem alcançar o cadáver através de pequenas fissuras nas camadas do solo. Alguns insetos podem depositar os seus ovos sobre o solo e estes e as larvas penetram no solo através da chuva (HauTEO *et al.*, 2013). Profundidades superiores a 30cm restringem o acesso da fauna entomológica (Campobasso *et al.*, 2001; Pinheiro *et al.*, 2012). Alguns artrópodes são encontrados nas redondezas de um cadáver inumado, como a classe Aracnídea (ácaros, aranhas e milípedes) e a classe Insecta (colêmbolos, formigas, alguns dípteros e alguns coleópteros).

8 – **Corpos dentro de água**

9 – **Corpos em veículos**

10 – **Corpos queimados**

O PMI pode ser diferente do período de atividade dos insetos (PAI) pois pode haver atrasos na colonização de insetos, nomeadamente no caso de os corpos estarem inumados ou cobertos. O PMI vai variar de acordo com as condições climáticas. Frequentemente os insetos são utilizados para ajudar na estimativa do intervalo *postmortem*. É crucial que se tenha sempre em mente que o período de atividade dos insetos nem sempre corresponde ao PMI, isto porque o PAI pode ser mais curto que o PMI no caso da dificuldade que os insetos encontram para encontrar o cadáver, como o caso de cadáveres inumados, por ocultação em espaço fechado como um compartimento ou um congelador, ou maior que o PMI no caso das míases³ onde as larvas se alimentam dos tecidos vivos e que continuam a alimentar-se desses mesmos tecidos após a morte (Amendt *et al.*, 2004, 2007).

1.3. Objetivos da presente tese

Os objetivos do presente estudo são: 1 - compreender melhor as variações no processo de decomposição cadavérica em clima Mediterrâneo e a degradação de cadáveres consoante o seu local de deposição, nomeadamente de cadáveres depositos à superfície com e sem proteção e de cadáveres inumados diretamente no solo com e sem proteção; 2 - esclarecer a influência dos fatores extrínsecos ao cadáver durante o processo de decomposição como a exposição ao sol, chuva, oxigénio, temperatura, humidade, pH, porosidade do solo; 3 - avaliar a degradação óssea assim como a sua relação com o PMI; 4 - avaliar a aplicabilidade dos métodos usualmente utilizados, especificamente o de Megyesi e colaboradores (2005) (Tabelas A1, A2 e A3) e Vass (2011).

³ Míase é definida como uma infestação num corpo ou animal vivo, alimentando-se do hospedeiro morto ou de tecidos vivos, substâncias corporais líquidas ou alimentos ingeridos. Normalmente as espécies envolvidas são da família Calliphoridae ou Sarcophagidae, as mesmas famílias envolvidas nos indicadores primários do PMI mínimo.

Adicionalmente os estádios de Behrensmeyer (1978) (Tabela A4) e os de Galloway (1989, 1997) (Tabela A5) também serão testados para avaliar a sua utilidade em ambiente Mediterrâneo.

Com este estudo espera-se contribuir para a melhor compreensão do processo de decomposição de corpos expostos à superfície e inumados, apreciando a sua relação com o PMI e como o fato de estarem inumados vai influenciar a determinação do PMI.

O conhecimento dos processos de decomposição cadavérica, das suas fases e da sua variabilidade é essencial para a interpretação dos contextos e locais de deposição, e para uma correta estimativa do intervalo *postmortem*, ajudando na identificação de indivíduos desconhecidos em casos forenses, e até em contextos arqueológicos.

Entender o processo de decomposição de um cadáver é basicamente o mais necessário para a estimativa do PMI em qualquer investigação forense.

A realização deste estudo vai tornar possível uma análise mais detalhada da influência de fatores extrínsecos na decomposição cadavérica, utilizando modelos animais de *Sus scrofa domestica* e também irá tornar possível um melhor entendimento do processo de decomposição consoante o local onde o cadáver se encontra deposto.

1.4. Organização e conteúdos

A presente dissertação foi redigida com base no modelo científico comumente utilizado: introdução, material, métodos, resultados, discussão e conclusão. O texto introdutório tenta familiarizar o leitor com os temas abordados, nomeadamente a Tafonomia, o processo da decomposição cadavérica e o intervalo *postmortem*, bem como os objetivos da presente tese. O segundo capítulo incide sobre a amostra estudada nomeadamente a sua proveniência e caracterização. De seguida apresentam-se os métodos utilizados no decorrer deste estudo. Os resultados compõem o quarto capítulo sendo discutidos no capítulo subsequente. Por fim, na conclusão (sexto capítulo) é feita uma síntese das principais conclusões deste estudo e a sua importância para a área da Tafonomia forense.

A presente tese encontra-se redigida de acordo com o novo acordo ortográfico.

O presente estudo foi realizado numa propriedade privada situada no distrito de Aveiro, concelho de Anadia. As coordenadas do local foram conseguidas através do Google Maps (Latitude: 40,47714 [40° 28' 38" E] Longitude: -8,54548 [8° 32' 44" W])⁴.

Segundo a classificação do Mapa Mundial de Köppen–Geiger (Kottek *et al.*, 2006), o clima desta região é um clima temperado com Inverno chuvoso e Verão seco e pouco quente (Csb) (Figura A1).

Devido à impossibilidade ética de experimentação em cadáveres humanos foram utilizados cadáveres de animais, nomeadamente leitões. Por outro lado, o recurso a modelos animais tem vantagens, pois permite-nos controlar as variáveis que queremos estudar, no caso as ambientais, pois as variáveis intrínsecas ao cadáver foram “escolhidas” na seleção da amostra.

Assim, para a realização deste estudo foram utilizados quatro leitões da mesma ninhada e do mesmo sexo, masculino, com cerca de um mês e meio de idade à morte, numerados de 1 a 4. Os animais em questão foram adquiridos a um criador local e destinavam-se a ser abatidos ainda em estado não adulto para consumo humano. A morte ficou a cargo do veterinário da região, não tendo os cadáveres sido sangrados (procedimento padrão nas carcaças para consumo humano), e ocorreu na manhã do dia de início da experiência (9h). O leitão nº1 pesava cerca de 12kg e foi colocado à superfície (Figura A2), o nº2 pesava cerca de 9kg e foi inumado diretamente no solo dentro de uma casa de tijolos construída para o estudo (Figura A3), o leitão nº3 pesava cerca de 10kg e foi inumado diretamente no solo sem qualquer proteção (Figura A4) e o leitão nº4 que pesava cerca de 10kg, foi colocado à superfície mas dentro da casa feita de tijolos (Figura A5).

Utilizou-se o seguinte equipamento para auxiliar a abertura das sepulturas e todo o processo subsequente: duas pás, uma enxada, fita métrica para registar as dimensões das sepulturas e a profundidade, tijolos, lusalite, roofmate, uma placa de granito para a construção da casa, paus em madeira para auxiliar a estrutura onde o leitão nº4 foi deposto, uma rede metálica, rede plástica com orifícios de 4.5mm, uma balança de pesos, um termostato para medição das temperaturas no interior da casa onde está o leitão nº4 e a temperatura atual do exterior (marca ROCA), um termómetro próprio para medir a temperatura do solo com um erro de precisão de $\pm 2^{\circ}\text{C}$ (marca CALEFFI), máquina fotográfica para registar todos os processos, caderno de apontamentos onde tudo era registado, desde os métodos, as observações e o registo das temperaturas, fichas de registo elaboradas pela autora (Figura A6), uma bússola e uma seta para registar o Norte nas fotografias.

Um frasco esterilizado com álcool para acondicionar a fauna entomológica recolhida também foi utilizado bem como uma pinça e uma rede para captura.

Para a exumação das carcaças, foi utilizado o mesmo equipamento que para a abertura das sepulturas mas com a utilização de mais alguns utensílios, como luvas cirúrgicas, pincéis de vários tamanhos e mini pás para a remoção da terra.

⁴ Graus decimais DDD (graus, minutos e segundos DMS)

Para a limpeza também foram utilizadas as luvas cirúrgicas, os vários pincéis, escova de dentes, máquina fotográfica para acompanhar todo o processo, sacos para acondicionar as ossadas e algumas amostras de tecidos moles e secos, bem como de um caderno para registrar todos os procedimentos e claro, de quatro caixas para guardar as carcaças após estas serem devidamente limpas.

O presente estudo iniciou-se no dia 21 de Junho de 2014 (classificado como D0 [dia zero]) pelas 9h da manhã, começando pela escavação das sepulturas. A sepultura nº2 tinha 120 cm de profundidade e a nº3 106 cm. O modelo nº4 foi deposto num edifício, cuja base estava a 55 cm⁵ abaixo do nível do terreno envolvente. Aquando da escavação das sepulturas foi recolhida uma amostra de solo para posterior análise (nos laboratórios da CALCOB - Cooperativa Agrícola de Oliveira do Bairro e Vagos) (Figura A7).

Os restantes dias foram classificados com os números posteriores.

Os cadáveres dos quatro leitões foram pesados numa balança de pesos e após a pesagem, os leitões nº2 e nº3 foram inumados nas sepulturas previamente abertas. O leitão nº4 foi colocado ao lado da sepultura do leitão nº2 (Figura A8). Com a ajuda de voluntários (familiares da autora do presente estudo), foi erguida uma pequena construção em tijolos e madeira, coberta com lusalite, roofmate e uma placa de granito, simulando uma casa. Para evitar derrocadas foram colocados paus no seu interior.

Após concluída a construção da casa começou a preparar-se o posicionamento do leitão nº1. Para este foi utilizada uma gaiola em rede metálica para impossibilitar o acesso de fauna circundante de maior porte (como roedores e/ou carnívoros) à carcaça, tendo sido também colocada uma rede plástica com orifícios com cerca de 4.5mm para permitir somente a entrada à fauna entomológica.

Os enterramentos e o posicionamento dos leitões ocorreram entre as 10h45 e as 11h45 do D0 com uma temperatura a rondar os 20°C e humidade de 74%.

Os quatro leitões foram colocados em decúbito lateral direito mas com orientações diferentes como se pode ver no croqui (Figuras A2 a A5)

Durante todo o procedimento foi efetuado um registo fotográfico adequado.

Nas primeiras duas semanas, ou seja, do dia 22 de Junho, D1, ao dia 5 de Julho, D14, foi realizada uma observação diária às carcaças expostas (leitões nº1 e nº4). A partir do D14 a observação foi feita semanalmente. Todas as observações foram realizadas no mesmo dia da semana (ao sábado) à mesma hora (entre as 09h00 e as 10h00). Foi preenchida uma ficha de registo (Figura A6) para cada observação, bem como um registo fotográfico.

A exumação foi efetuada nos dias 21 e 22 de Março de 2015, precisamente passados 9 meses.

Começou por se fotografar toda a área de estudo e após concluída esta etapa procedeu-se à escavação da maior parte do solo que cobria a carcaça nº3, cerca de 100 cm. De seguida procedeu-se à abertura da sepultura onde a carcaça nº2 estava desposta mas com bastante mais cuidado para não retirar nenhum osso do seu lugar. Os tijolos e toda a estrutura que protegia a nº4 foram removidos bem como a estrutura metálica que protegia a carcaça nº1.

⁵ Sepultura do nº1 com 1m por 0.6m, sepultura do nº2 com 0.97m por 0.7m, sepultura do nº3 com 1.16m por 0.6m e a sepultura do nº4 com 0.43m por 0.63m.

A carcaça nº3 foi a primeira a ser exumada, onde, aquando da sua exumação foi recolhida uma segunda amostra de solo para uma posterior análise no laboratório da CALCOB - Cooperativa Agrícola de Oliveira do Bairro e Vagos) (Figura A9).

Após a remoção da estrutura metálica que protegia a carcaça nº1, foram tiradas fotografias completas pois a mesma estrutura impossibilitava esse procedimento nas observações realizadas. De seguida removeu-se toda a flora envolvente e voltou a fotografar-se a carcaça. Foram recolhidas amostras dos tecidos secos que foram condicionadas em sacos apropriados às mesmas.

O levantamento da carcaça seguiu uma ordem, iniciando-se pelo crânio e terminando na parte posterior da mesma.

A estrutura que albergava a carcaça nº4 foi inicialmente fotografada.

Devido à falta de tempo, a autora decidiu suspender as exumações e iniciar a exumação da carcaça nº2 no dia seguinte.

A limpeza das ossadas teve início no dia 24 de Março, sendo improvisado um pequeno laboratório que permitisse esse efeito.

As peças ósseas de cada carcaça foram analisadas e avaliadas, nomeadamente a superfície óssea, onde as alterações provocadas pela fauna, flora e pelo meio ambiente.

A 1 de Abril foi realizada a pesagem das ossadas já limpas numa balança digital de alta precisão (KERN PCB versão 1.5, 02/2013, margem de erro = 0,1).

O método utilizado para classificar a decomposição das carcaças é o mesmo que Payne (1965) propôs: fresco, inchado, decomposição ativa, decomposição avançada, seco e esqueletizado.

As temperaturas diárias, máximas e mínimas, para posterior cálculo dos graus dia acumulados, foram registadas de acordo com os dados da estação meteorológica mais próxima, sendo a de Anadia (dados do Instituto Português do Mar e da Atmosfera) (Tabela A6).

Aquando das observações, a temperatura do solo, do interior da sepultura do leitão nº4 e a temperatura exata do ambiente eram registadas com o auxílio do termóstato e do termómetro. A temperatura do solo foi realizada com o auxílio de um termómetro a uma profundidade do sensor de 5cm.

Alguns exemplares da fauna entomológica foram capturados e armazenados em álcool a 70% para uma posterior identificação feita a microscópico e com o auxílio de chaves dicotómicas. A sua captura foi feita de acordo com Amendt (2007).

Os dados obtidos e recolhidos em fichas de registo foram inseridos em bases de dados informáticas (Microsoft Office Word 2007) de modo a sistematizar e organizar toda a informação assim como a utilização do Microsoft Office Excel 2007 para a elaboração de gráficos e/ou tabelas necessárias para a apresentação e discussão dos resultados obtidos.

O método de Megyesi e colegas (2005) (Tabela A1 a A3) irá ser utilizado para classificar as carcaças que ainda permanecem com tecidos moles mas tendo em atenção as contraposições colocadas pelos autores, como o caso da formação de adipocera. Este é um método já descrito anteriormente,

onde serão atribuídos scores para um posterior calculado do “total body score” (TBS). Subsequentemente serão calculados os graus dia acumulados (ADD).

As fórmulas de Vass (2011) também eram ser testadas, tanto para o ambiente aeróbico como para o anaeróbico

As categorias e estádios de Galloway (1997) e os estádios de esqueletização de Behrensmeyer (1978) também serão testados (Tabela A4 e A5, respetivamente).

De seguida apresentam-se os resultados obtidos para cada carcaça, nomeadamente as carcaças inumadas (nº2 e nº3) e as carcaças expostas (nº1 e nº4).

Como já foi referido, o método adotado para a classificação das carcaças foi a de Payne (1965): estágio fresco, inchado, decomposição ativa, decomposição avançada, seco e esqueletizado.

4.1. Observações realizadas

Durante este estudo experimental foram realizadas cinquenta observações às carcaças expostas ao ar livre, sendo que as primeiras catorze foram realizadas diariamente e as restantes trinta e seis foram efetuadas semanalmente.

Os resultados apresentados correspondem às carcaças nº1 e nº4.

4.1.1. Carcaça Nº1

A carcaça pesava cerca de 12kg e foi deposta à superfície onde foi colocada uma espécie de gaiola de rede metálica para impedir que a fauna de maior porte perturba-se o estudo. Sobre esta ainda foi colocada uma rede plástica branca com pequenos orifícios para permitir somente a entrada à fauna entomológica (Figura A2).

No dia seguinte à sua deposição, **D1** (22 de Junho de 2014) foram observadas bastantes formigas (Ordem: *Hymenoptera*) dispersas praticamente por toda a carcaça, principalmente pelos olhos, boca, patas anteriores e posteriores mas encontravam-se em maior número na região pélvica (Figura 4.1).

A carcaça encontrava-se ligeiramente mais inchada na zona do abdómen que no D0 sendo que foi classificada como inchada (Figura 4.2).

No **D2** a carcaça expelia uma espécie de fluido com aspeto de “espuma” pelo nariz (Figura 4.3).

As formigas (Ordem: *Hymenoptera*) já se encontravam em menor número na carcaça que no D1 mas ainda assim permaneciam em maior número na pata posterior direita e na região pélvica. Visto que já se passaram quase 48h desde a deposição, a fauna entomológica começou a surgir, nomeadamente da ordem Diptera, *Chrysomya albiceps*, mas comumente conhecidas como moscas varejeiras. A carcaça foi classificada como inchada pois já era possível observar uma mancha esverdeada no abdómen.

No **D3** a carcaça foi classificada como inchada pois o abdómen permanece distendido e com coloração esverdeada. Relativamente menos formigas (Ordem: *Hymenoptera*) em toda a carcaça mas continuam a existir em maior número na pata posterior direita, pata esta com coloração avermelhada e com zonas amareladas como se pode ver na figura 4.4. Na mesma figura é possível observar que a

carcaça libertou fezes de cor verde-escuro a cinzento-escuro e alguma saliva que não é visível na mesma (Figura 4.4).

A carcaça permanece inchada e com o abdómen esverdeado no **D4** e continua a libertar fezes.

É possível observar a existência de menos formigas (Ordem: *Hymenoptera*) na carcaça. É ainda possível observar bastantes moscas varejeiras, *Chrysomya albiceps*, a rondar a carcaça. A carcaça encontra-se com a boca ligeiramente aberta e é possível observar saliva e outros fluidos com aspeto viscoso a serem expelidos. Já são notórias pequenas larvas dentro da boca com cerca de 3 a 4mm. O olho esquerdo encontra-se ligeiramente saído da órbita (Figura 4.5) É de notar pequenos aglomerados de ovos na região pélvica (Figura 4.6).

No **D5** foram capturados alguns exemplares de fauna entomológica posteriormente identificados. Diversos exemplares de *Chrysomya albiceps* sob a carcaça.

A orelha esquerda tem uma zona sem pêlos, tem coloração bege/amarelada e contém um excessivo número de formigas na mesma área (Figura 4.7).

A carcaça permanece inchada e com coloração esverdeada, língua inchada e exposta. A terra circundante tem aspeto húmido devido à saliva expelida. Algumas *Chrysomya albiceps* encontram-se dentro da boca. O olho esquerdo (olho expulso da órbita) tem pequenas larvas. A carcaça continua a libertar fezes de cor verde-escuro a cinzento-escuro que estão colonizadas por pequenas larvas bem como o ânus. A pata anterior esquerda encontra-se mais na vertical devido ao inchaço da carcaça. O aglomerado de ovos continua presente na região pélvica como foi possível constatar no D4. Aquando da observação o abdómen rebentou, sem qualquer barulho perceptível, e os intestinos ficaram expostos (Figura 4.8) Imediatamente a entomofauna dirigiu-se para os mesmos.

No **D6** o odor já se tornava mais forte, odor a fezes. Diversos *Creophilus maxillosus* (Coleoptera: *Staphylinidae*) e coleópteros da família *Histeridae* encontram-se na carcaça que permanece inchada. A boca continua a libertar fluidos de cor castanha, que contem pequenas larvas. Continuam a estar presentes *Chrysomya albiceps*, na sua maioria sob os intestinos que ficaram expostos (Figura 4.9), e formigas (*Hymenoptera: Formicidae*). Toda a pele da carcaça tem coloração esverdeada e bege claro, exceto a orelha esquerda que tem coloração negra (Figura 4.10).

No **D7** a carcaça continua a libertar fluidos espessos pela boca de cor castanha claro e amarelado com forte odor bem como saliva e sangue. Fluidos esses que estão cobertos por pequenas larvas (Figura 4.11).

Uma depressão tornou-se perceptível na zona atrás da orelha esquerda com coloração amarelada como se pode observar na figura 4.12.

Aparentemente a pele do focinho começa a descolar-se (Figura 4.11).

Diversos insetos estão presentes na carcaça, desde a família *Muscidae*, *Chrysomya albiceps*, a coleópteros como *Margarinotus brunneus* e *Creophilus maxillosus*. As larvas presentes nos intestinos têm maiores dimensões, cerca de 2 a 3mm e algumas com cerca de 5mm.

No geral a carcaça continua inchada e com coloração esverdeada mas ténue e bege na zona abdominal. A pele do abdómen parece estar apergaminhada e com zonas vermelho escuro a preto junto da zona de rutura dos intestinos (Figura 4.13).

No **D8** o odor é notório a alguns metros de distância. A carcaça continua inchada e com a presença de *Chrysomya albiceps*, *Margarinotus brunneus* e *Creophilus maxillosus*. A pele do focinho e do tórax continua a descolar-se e a formar pequenos orifícios (Figura 4.14). A carcaça continua a libertar fluidos pela boca e pelo ânus, sendo estes últimos de coloração amarelada e com aspeto viscoso.

Em relação aos intestinos expostos, estes encontram-se mais putrefatos e de coloração mais escura. A coloração do abdómen tornou-se mais escura e com zonas avermelhadas (Figura 4.15).

No **D9** o local da experiência já cheirava a putrefação, sendo que foi classificada com o estágio da decomposição ativa. Os nervos oculares do olho esquerdo encontravam-se expostos e com algumas larvas (Figura 4.16).

Continuam a estar presentes *Margarinotus brunneus* e formigas (*Hymenoptera: Formicidae*).

Os intestinos praticamente que desapareceram e no seu lugar ficaram os fluidos de cor verde-escura e coberto por larvas (Figura 4.17). Apenas duas larvas se encontram sobre a carcaça.

Um orifício começou a formar-se no abdómen do lado esquerdo da carcaça com algumas larvas de pequenas dimensões no interior (Figura 4.18).

No **D10** as larvas espalharam-se por toda a carcaça e pelo solo circundante, larvas de todas as dimensões mas as de maiores dimensões predominam (Figura 4.19). O solo sob a carcaça encontra-se húmido. É de salientar que a parte lateral do crânio já se encontra parcialmente esqueletizado mas a restante carcaça encontrava-se no estágio da decomposição ativa (Figura 4.19). Os pêlos do focinho estão a descolar-se.

O orifício no abdómen encontra-se relativamente maior (Figura 4.20).

Uma nova depressão formou-se na zona inferior do pescoço (Figura 4.21).

Do D10 para o **D11** não surgiram grandes alterações, as larvas continuam a estar espalhadas por toda a carcaça e em seu redor, o crânio continua parcialmente esqueletizado, existem larvas nos fluidos da boca e o solo tem aspeto húmido devido aos fluidos libertados. Alguns dados novos referem-se ao aparecimento de um pequeno orifício atrás da orelha esquerda, as unhas das patas anteriores começam a descolar-se (Figura 4.22).

A perda do volume corporal começa a tornar-se evidente, sendo que a coluna vertebral começa a notar-se (Figura 4.23).

No **D12** o odor era perceptível a alguns metros de distância mas perfeitamente suportável. As larvas da carcaça desapareceram quase na totalidade e os fluidos dos intestinos secaram. Apenas existem algumas larvas vivas dentro da boca e algumas de pequenas dimensões nos fluidos do ânus (Figura 4.24).

Algumas formigas (*Hymenoptera: Formicidae*) estão ao redor da carcaça. Algumas *Chrysomya albiceps* rondam a carcaça bem como *Margarinotus brunneus*. A pele da zona vertebral, mais especificamente na zona das vértebras lombares, encontra-se a descolar, mas ao longo de toda a coluna notam-se pequenos orifícios na pele. O mesmo acontece com a pele do abdómen, pele esta com coloração avermelhada, acastanhada, amarelada e apergaminhada (Figura 4.25).

Em suma, a carcaça encontra-se na fase de decomposição avançada pois não existe grande quantidade de larvas e tem aspeto seco.

Do D12 ao **D13** os fluidos da boca secaram, apenas uma larva de grandes dimensões estava presente. As unhas das patas anteriores continuam a descolar-se.

Abdómen com coloração avermelhada a negra, perda quase total do volume corporal e com pele apergaminhada. A carcaça continua com aspeto seco. O esqueletização do crânio começa a tornar-se mais evidente (Figura 4.26).

O **D14** foi o último dia da observação diária (5 de Julho de 2014).

Os fluidos da boca secaram assim como os libertados pelo ânus, a pele continua a descolar-se na zona da coluna vertebral e no abdómen (Figura 4.27). A parte lateral esquerda do crânio continua parcialmente esqueletizado mas os pêlos ainda permanecem (Figura 4.28).

Em suma, a carcaça nº1 encontra-se em decomposição avançada, tem aspeto seco e desidratado e o crânio está parcialmente esqueletizado (Figura 4.28).

A partir do dia 6 de Julho a observação será feita semanalmente. Apenas aspetos relevantes serão aqui registados.

Entre os dias 12 de Julho (**D21**) e 22 de Novembro (**D154**) ocorreram diversas alterações na carcaça. É de salientar alguns fatos ocorridos como o caso das unhas terem descolado no **D21** (Figura 4.29), o crânio encontrava-se parcialmente esqueletizado no **D28** (Figura 4.30) e na mesma observação foi possível reparar que no interior do orifício do abdómen era fácil ver a extremidade proximal do fémur esquerdo (Figura 4.31). Entre o **D35** (Figura 4.32) e o **D70** a exposição dos ossos do tarso, fémures e tíbias tanto das patas anteriores como das posteriores tornaram-se mais visíveis (Figura 4.33 e 4.34). No **D84** e no **D91** foi possível observar que a carcaça se encontrava praticamente coberta por bolor de coloração branca azulada, que acabou por desaparecer na observação do dia 27 de Setembro (**D98**), reapareceu no **D126** voltando a desaparecer no **D140** (Figuras 4.35 a 4.40).

No **D112** a flora começa a crescer fora da ilha de decomposição cadavérica. No **D133** alguma flora a crescer dentro da ilha. Na observação **D161** era bem visível o crescimento da flora em redor da ilha de decomposição cadavérica (Figura 4.41).



Figura 4.1 - Carcaça nº1 no D1 onde se pode observar uma grande quantidade de formigas na região pélvica.



Figura 4.2 - Carcaça nº1 no D1 onde se pode observar o abdômen ligeiramente mais inchado que na observação anterior.



Figura 4.3 - Carcaça nº1 no D2 a expelir um fluido com aspeto de espuma pelo nariz.



Figura 4.4 - Fezes de cor verde-escuro a cinzento-escuro libertadas pela carcaça nº1 no D3. Pata posterior direita com zonas de coloração amarelada e avermelhada.



Figura 4.5 - Olho esquerdo da carcaça nº1 saliente (D4).



Figura 4.6 - Aglomerado de ovos na região pélvica do lado esquerdo.



Figura 4.7 - Estado da orelha esquerda: encontra-se sem pêlos e de coloração bege/amarelada.



Figura 4.8 – Abdómen da carcaça nº1 onde é possível ver os intestinos.



Figura 4.9 – Estado dos intestinos no D6 onde é possível observar que os intestinos se começam a desintegrar e contêm alguma fauna

entomológica, mais precisamente *Chrysomya albiceps*. Ainda é possível observar alguns exemplares da família *Staphylinidae*.



Figura 4.10 – Orelha esquerda de coloração negra.



Figura 4.11 – Fluidos de coloração bege libertados pela boca da carcaça nº1 no D7.



Figura 4.12 - Depressão na zona posterior à orelha esquerda da carcaça nº1 com coloração amarelada.

Figura 4.14 - Depressão na zona posterior à orelha esquerda da carcaça nº1 com coloração amarelada.



Figura 4.13 - Coloração avermelhada a preta no abdômen e apergaminhamento da pele no D7.

Figura 4.15 - Coloração avermelhada a preta no abdômen e apergaminhamento da pele no D8.

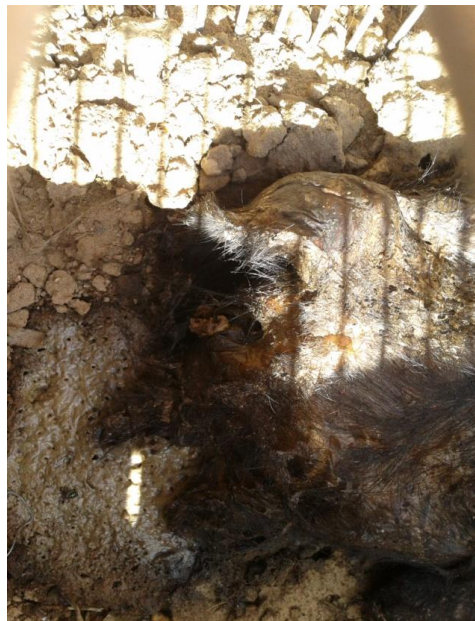


Figura 4.16 - Nervos oculares salientes da órbita esquerda da carcaça nº1 no D9.





Figura 4.17 - Fluidos intestinais da carcaça nº1 com coloração verde-escuro repletos de larvas de diversas dimensões.



Figura 4.18 - Orifício a formar-se no abdómen do lado esquerdo da carcaça nº1 com algumas larvas no seu interior (D9).



Figura 4.19 - Larvas de todas as dimensões espalhadas pela carcaça e pelo solo, solo com aspeto húmido. Também é possível observar que parte do crânio se encontra esqueletizado.

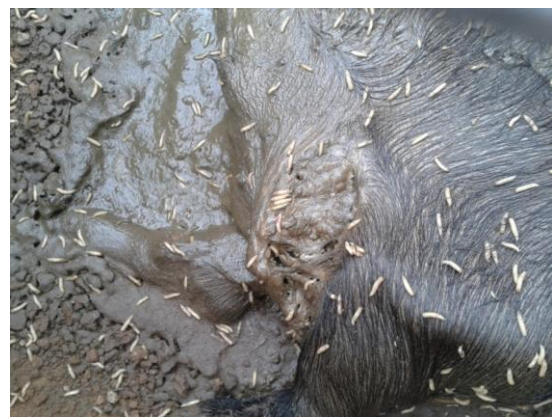


Figura 4.20 - Orifício no abdómen com maiores dimensões que no dia anterior (D10). Pode observar-se larvas espalhadas por toda a carcaça.



Figura 4.21 – Formação de uma nova depressão na zona inferior do pescoço da carcaça nº1.



Figura 4.22 - As unhas começam a descolar-se no D11.



Figura 4.23 - Carcaça nº1 no D11 onde é possível observar a perda de volume corporal tornando-se evidente a coluna vertebral.



Figura 4.24 – Crânio da carcaça nº1 no D12 onde é possível observar os fluidos secos que foram expelidos pela carcaça bem como o início da esqueletização.



Figura 4.25 – Aspetto da pele do abdómen e da sua coloração variada. Ainda é possível observar a formação dos vários orifícios ao longo da pele da carcaça.



Figura 4.26 - Crânio parcialmente esqueletizado. É ainda possível observar uns fios brancos de origem desconhecida.



Figura 4.27 – É possível observar o início da formação de pequenos orifícios na zona dorsal.



Figura 4.28 - Crânio da carcaça nº1 parcialmente esqueletizado. Também é possível observar a pele na zona dorsal com alguns orifícios e a descolar-se.



Figura 4.29 – Aspeto das patas anteriores no D21 onde é possível observar o descolar das unhas.



Figura 4.30 - Estado do crânio no D28 onde é notória a esqueletização parcial.



Figura 4.31 - Aparência do abdômen da carcaça nº1 no D28 onde se vê a cabeça do fêmur esquerdo dentro do orifício formado e o estado da pele na zona dorsal.



Figura 4.32 - Estado da carcaça no D35 onde é possível ver que a esqueletização das patas posteriores se está a tornar evidente.

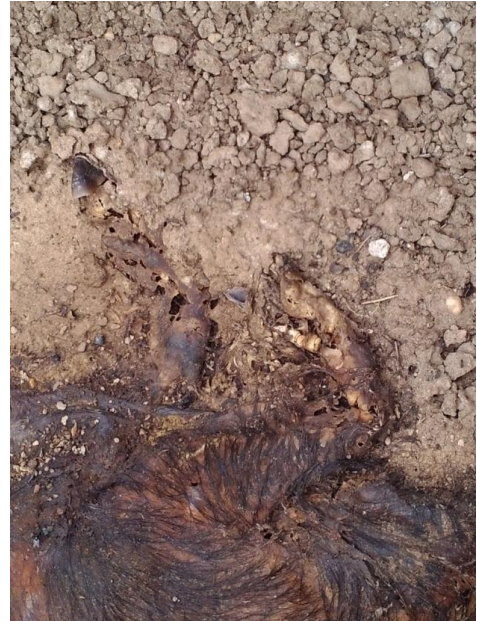


Figura 4.33 - Aspeto das patas dianteiras no D70 da carcaça nº1.



Figura 4.34 - Aspeto das patas posteriores no D70 da carcaça nº1.



Figura 4.35 – Aspeto do crânio no D84 onde é notória a presença de bolores de coloração cinzento azulado.

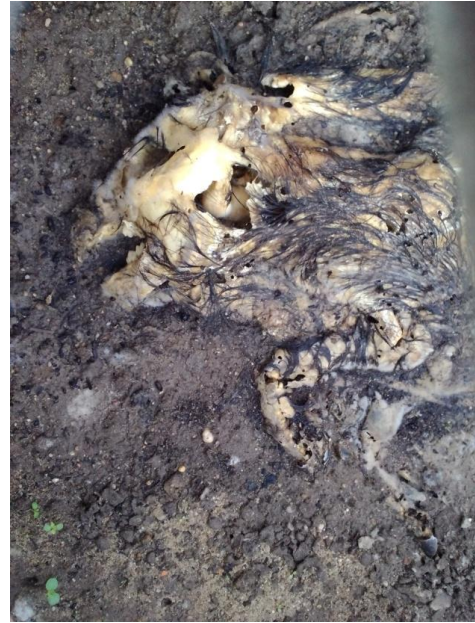


Figura 4.37 – Carcaça no D91 com bastante percentagem de bolores um pouco por toda a carcaça.



Figura 4.36 – Aspeto da zona dorsal no D84 onde é evidente a presença de bolores.



Figura 4.38 – Carcaça com ausência dos bolores, desapareceram na observação D98.

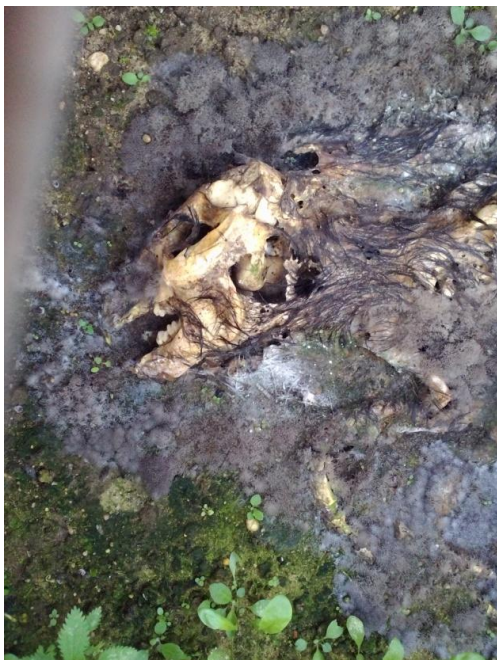


Figura 4.39 – Os bolores reapareceram por volta da observação D126. Bolores em toda a extensão da ilha de decomposição cadavérica.



Figura 4.41 – Aspeto da carcaça no D161 onde é possível observar a ausência dos bolores e pode notar-se o crescimento da flora em redor da ilha de decomposição cadavérica.



Figura 4.40 - No D126 os bolores estendem-se por toda a extensão da ilha de decomposição cadavérica.

Aquando da última observação **D266**, realizada a 14 de Março de 2015, a carcaça encontrava-se praticamente toda coberta pela flora envolvente. As ossadas exibiam colorações desiguais, apresentando varias tonalidades desde esverdeadas devido ao contacto com a flora, esbranquiçadas devido à exposição solar, alaranjadas e beges. A carcaça também se encontra coberta pelos seus pêlos.

A carcaça pode ser classificada como estando esqueletizada pois todas as ossadas já se encontram visíveis. Ainda assim, restam porções de tecidos secos, mumificados, principalmente na região do abdómen e zona superior do pescoço, sendo que estes estão cobertos com terra e musgo verde.

5.1.2. Carcaça nº4

A carcaça pesava cerca de 10kg e foi deposta sobre o solo protegida apenas por uma estrutura construída para simular uma casa (Figura A3).

No dia seguinte à sua deposição, **D1** (22 de Junho) a carcaça encontrava-se coberta por formigas (*Hymenoptera: Formicidae*), em maior número que a carcaça nº1, sendo que a boca e as patas anteriores são as zonas mais afetadas (Figura 4.42). O abdómen encontrava-se ligeiramente mais inchado que no D0 sendo que foi classificada como inchada.

No **D2** a carcaça estava bastante mais inchada e o abdómen tinha coloração verde (Figura 4.43). Ordem Hymenoptera continua a predominar mas em menor quantidade que no D1. Algumas *Chrysomya albiceps* estavam presentes. A carcaça libertava alguns fluidos pelo ânus e pela boca.

No **D3** a carcaça encontrava-se bastante mais inchada dai parecer que a posição desta se alterou, a coloração ia desde o verde ao rosa avermelhado (Figura 4.44).

No **D4** o tórax tinha coloração verde, azul, vermelho e amarelo. Os intestinos já se encontravam exposto. *Chrysomya albiceps* e exemplares da família *Muscidae* rondavam a carcaça. Pequenos aglomerados de ovos eram notados na zona lateral esquerda da face (bochecha), na pata anterior esquerda e na zona lateral esquerda do cadáver (Figura 4.45).

No **D5** a coloração da carcaça mantinha-se. Bastantes *Chrysomya albiceps* encontravam-se sobre o cadáver e nos intestinos expostos. Era possível observar algumas larvas de pequenas dimensões dentro da boca. A carcaça foi classificada como estando inchada. Devido ao inchaço a carcaça aparenta estar a mudar de posição (Figura 4.46).

No **D6** a parte superior da cabeça encontrava-se com diversas larvas bem como nos intestinos expostos, caracterizando assim o início da decomposição ativa (Figura 4.47).

Creophilus maxillosus, família *Formicidae*, *Chrysomya albiceps* e a família *Muscidae* podem observar-se sobre o cadáver. Alguns pêlos já se descolaram da pele, pele esta com coloração amarelada e com zonas avermelhadas e esverdeadas.

Massa de larvas predominantemente na zona da cabeça e nos intestinos mas era possível ver larvas em praticamente toda a carcaça no **D7**. Um orifício está a formar-se na zona abdominal, este

contem algumas larvas de pequenas dimensões (Figura 4.48). A carcaça foi classificada como estando em decomposição ativa.

No **D8** o odor a putrefação era mais intenso. A carcaça estava completamente coberta por larvas, principalmente cabeça, membros anteriores e posterior, mantendo ainda algum volume corporal (Figura 4.49).

A estrutura estava repleta de fluidos putrefativos da carcaça. Classificada com estando em decomposição ativa.

É de realçar que a parte superior do crânio já se encontrava esqueletizada (Figura 4.50).

Um fato que deve ser salientado e que caracterizou o **D9** foi o fato de quando se levantou a proteção saiu uma nuvem de vapor e o forte barulho larvar. O odor a amoníaco tornou-se mais intenso.

A carcaça perdeu grande parte do seu volume corporal tendo apenas as patas posteriores com tecidos moles, sendo classificada como estando em decomposição ativa. Já é possível observar algumas costelas e algumas vértebras (Figura 4.51 e 4.52). O crânio já se encontra quase totalmente esqueletizado (Figura 4.53).

No **D10** as larvas eram em menor número estando mais concentradas. Carcaça completamente esqueletizada, todos os ossos se encontravam expostos (Figura 4.54).

No **D11** as larvas dispersaram os ossos tendo estes uma coloração acastanhada e húmida. Carcaça classificada como estando esqueletizada (Figura 4.55).

A única alteração que ocorreu do **D11** para o **D12** foi a percentagem de larvas parecer ser menor e a disposição das massas mudou ligeiramente de lugar (Figura 4.56).

A última observação feita diariamente foi realizada no dia 5 de julho (**D14**) que era caracterizada pela pouca atividade larvar.

As observações passaram a ser semanais sendo que apenas as alterações de carácter importante serão relatadas.

No **D21** quando se levantou a proteção saiu um vasto número de moscas, sendo capturados dois exemplares pois ainda não tinham capacidade para voar. Uma espécie de “fios brancos” (não identificados) estavam sobre as ossadas e as pupas vazias (Figura 4.57).

O crânio e alguns ossos das patas posteriores adquiriram uma coloração branca que acabou por se estender a quase todos os ossos visíveis no **D35** (Figura 4.58 e 4.59) mas que acabou por desaparecer perto da observação realizada no **D91** (Figura 4.60).

Até à data da exumação não se observaram quaisquer alterações significativas, exceto pequenas derrocadas de terra que ocorreram nos **D35**, **D70**, **D98** e **D112** bem como o solo húmido em dias de chuva.

A última observação foi realizada no dia 14 de Março de 2015, **D266**, sendo que bastantes dos ossos se encontravam cobertos por terra e pupas vazias. Os que eram possíveis de visualizar tinham coloração acastanhada (Figura 4.61).



Figura 4.42 – Grande quantidade de formigas presentes na face e patas anteriores da carcaça nº4 no D1.



Figura 4.44 – Aparência da carcaça nº4 no D3 onde se nota o aumento do abdômen e a coloração esverdeada generalizada a toda a carcaça.



Figura 4.43 – Aspeto geral da carcaça no D2 onde o inchaço do abdômen já é notório.



Figura 4.45 - Aglomerados de ovos visíveis na região lateral esquerda do crânio, na pata anterior esquerda e no abdômen na carcaça nº4.



Figura 4.46 – Visão geral da carcaça onde é possível observar que esta se encontra húmida, de coloração avermelhada e esverdeada, intestinos expostos e com bastantes aglomerados de ovos espalhados um pouco por toda a carcaça.



Figura 4.47 - Intestinos colonizados por larvas bem como a parte superior do crânio. Carcaça em geral com aspeto húmido e notam-se os pêlos a descolar no D6.



Figura 4.48 - Massa de larvas na parte superior do crânio bem como nos intestinos no D7. Bastantes líquidos presentes sobre a carcaça devido ao processo da putrefação.



Figura 4.49 – Massa de larvas generalizada a toda a carcaça mas ainda mantendo algum volume corporal no D8.



Figura 4.50 - Parte superior do crânio esqueletizada, podendo observar-se também a massa de larvas presente na parte posterior do pescoço no D8.



Figura 4.51 - Carcaça nº4 no D9 completamente coberta por larvas sendo possível ver alguns dos ossos.



Figura 4.53 - Crânio da carcaça nº4 no D9 parcialmente esqueletizado.



Figura 4.52 - Alguns dos ossos já são visíveis no D9 como costelas e vértebras.



Figura 4.54 - Carcaça parcialmente esqueletizada podendo observar-se a maioria das ossadas.



Figura 4.55 - Carcaça nº4 no D11 classificada como esqueletizada.



Figura 4.57 - Visão geral das ossadas de coloração castanha e com zonas brancas e presença de “fios brancos” no D21.



Figura 4.56 - Carcaça nº4 no D12 onde é notória a menor percentagem de larvas bem como a sua menor atividade.



Figura 4.58 - Crânio com coloração branca no D28, solo húmido devido à chuva durante a madrugada e a observação.



Figura 4.59 - D35 onde todas as ossadas adquiriram coloração branca.



Figura 4.61 - Estado da sepultura e das ossadas aquando a última observação no D266.



Figura 4.60 - D91 onde se nota a coloração acastanhada de todas as ossadas. Solo húmido devido à chuva dos últimos dias.

4.2. Exumação das carcaças

As exumações foram realizadas nos dias 21 e 22 de Março de 2015 passados nove meses desde a data do início do estudo, ou seja, duzentos e setenta e seis dias.

Tiveram início por volta das 9h com uma temperatura de 17,1°C.

Inicialmente foi retirada a maior quantidade de terra das sepulturas nº2 e nº3 e de seguida procedeu-se à retirada das estruturas que protegiam o nº1 e o nº4.

Os resultados serão apresentados por ordem de exumação (carcaça nº3 – carcaça nº1 – carcaça nº4 – carcaça nº2).

4.2.1. Carcaça nº3

Iniciou-se o processo pela sepultura onde se encontrava a carcaça nº3 (pesava cerca de 10kg e foi inumada sem proteção) (Figura A4; Figura 4.62).

Aquando a retirada da maior parte da terra a tibia esquerda foi removida juntamente com a terra. Reparou-se imediatamente que ainda continha tecidos moles e peles agarrados, além de terra. Ainda assim decidiu-se proceder com a exumação (Figura 4.63).

Começou por se retirar a maior parte da terra junto de onde se pensava estar o crânio, mas como ainda persistiam alguns tecidos moles foi impossível limpar todo o esqueleto em posição anatómica. Assim, à medida que se iam retirando os tecidos moles as ossadas tornavam-se visíveis pelo que eram retiradas do seu local, limpas grosseiramente e catalogadas (Figura 4.64).

Quando se removeram os tecidos moles da zona escapular observou-se a presença de uns pequenos insetos brancos que posteriormente foram identificados como colêmbolos (Figura 4.65).

Quanto ao estágio de decomposição, tanto as patas anteriores como as posteriores pareciam estar a iniciar a esqueletização mas ainda contendo alguns tecidos moles e pêlos. Ossos de coloração castanha.

O crânio também se encontrava a iniciar a esqueletização pois continha poucos tecidos moles, mas em maior quantidade do lado direito pois era esse lado que se encontrava na parte mais inferior da sepultura.

A zona do tórax e zona abdominal era a que continha uma maior quantidade de tecidos moles. Após serem removidos também se observaram colêmbolos no interior da carcaça. As costelas ainda mantinham o seu formato em barril, ou seja, a carcaça mantinha o seu volume corporal. Quanto às vértebras, como era óbvio, estas ainda se encontravam em posição anatómica e ordenadas (cervicais – torácicas – lombares).

Na zona posterior do pescoço e do abdómen, ou seja, por toda a região vertebral observou-se uma pasta branca (adipocera) (Figura 4.66).

O coxal esquerdo apresentava zonas com pigmentação amarela e verde (Figura 4.67).

Durante a exumação não se detetou qualquer odor nem se observou unhas nem qualquer órgão interno decomposto ou por decompor.

Em suma, a presença de tecidos moles estendia-se a toda a carcaça mas não em quantidades uniformes, ou seja, abdómen e tórax tinham uma maior quantidade, seguida pelo crânio com menor quantidade e depois as patas anteriores e as posteriores onde a quantidade de tecidos moles era reduzida. Todas as ossadas do lado direito se encontravam com porções de adipocera bem como o aspeto gorduroso.



Figura 4.62 - Local onde a carcaça nº3 se encontrava inumada antes do início da escavação.



Figura 4.63 - Tíbia esquerda da carcaça nº3 com tecidos moles, terra e pêlos.



Figura 4.64 - Após a retirada da terra e de alguns tecidos moles do abdómen foi possível ver-se as costelas esquerdas.



Figura 4.65 - Onde é possível observar a escápula esquerda com bastantes colêmbolos.



Figura 4.66 - Zona posterior do pescoço onde é possível observar uma pasta de coloração branca.



Figura 4.67 -Coxal esquerdo com pigmentação amarela e verde e algumas zonas brancas devido à adipocera.

4.2.2. Carcaça nº1

De seguida seguiu-se para o levantamento da carcaça nº1.

Depois da retirada da estrutura metálica fotografou-se a carcaça e a flora envolvente na íntegra pois durante as observações as fotografias eram tiradas por regiões (Figura 4.68).

Posteriormente retirou-se toda a flora (Figura 4.69).

A coloração de todas as ossadas permanecia como na última observação, variando entre o verde, castanho, branco, laranja e bege (Figura 4.70).

Basicamente toda a carcaça tem restos de pele seca e pêlos.

Foram retiradas amostras de pele da zona do pescoço e abdómen.

A carcaça foi classificada como estando esqueletizada. Encontrava-se em posição anatómica exceto as costelas esquerdas que colapsaram devido à falta dos tecidos moles (Figura 4.71 e 4.72).



Figura 4.68 - Vista geral da carcaça nº1 e da flora antes da remoção da mesma.



Figura 4.69 - Aspeto da carcaça nº1 depois da vegetação ter sido removida.



Figura 4.70 - Coloração do crânio (zonas esverdeadas, brancas e bege) mantendo a presença de pêlos.



Figura 4.71 - Caixa torácica e abdômen da carcaça nº1 onde é possível ver a presença de pele e pêlos secos.



Figura 4.72 - Pata anterior direita da carcaça nº 1 em posição anatômica.

4.2.3. Carcaça nº4

A terceira exumação foi da carcaça nº4.

Durante as observações realizadas durante o estudo parecia que muitos dos ossos se tinham dissolvido mas quando se iniciou o levantamento dos mesmos reparou-se que estavam apenas cobertos por terra e pupas vazias. Foi ainda possível constatar que as ossadas não estavam em posição anatômica, principalmente as costelas e as vértebras, provavelmente devido à atividade das larvas. Assim é difícil saber qual a lateralidade das ossadas recolhidas.

A carcaça foi classificada como estando esqueletizada no D11. A coloração das ossadas é acastanhada (Figura 4.73).



Figura 4.73 - Estado inicial da sepultura que albergava a carcaça nº4 antes do levantamento das ossadas.

4.2.4. Carcaça nº2

Devido à falta de tempo, a autora do presente estudo decidiu interromper as exumações e iniciar a exumação da carcaça nº2 no dia seguinte, a 22 de Março de 2015.

A carcaça nº2 pesava cerca de 9kg e foi inumada diretamente no solo onde à superfície, foi construída uma estrutura a simular uma casa (Figura A3).

Começou por se retirar a maior parte da terra que se encontrava sobre a carcaça, iniciando-se pela zona onde supostamente estaria o crânio. Deparou-se com alguns tecidos moles e decidiu-se assim fazer a remoção de alguns desses tecidos da restante carcaça para ter acesso aos ossos. Ao fazer a remoção na zona do pescoço observou-se uma pasta de coloração branca e bege escuro (adipocera). Aquando a remoção na região escapular extraiu-se a escápula esquerda que continha bastantes colêmbolos, tecidos decompostos e porções de adipocera (Figura 4.74).

Na remoção dos tecidos moles da região torácica, notou-se que estes vinham com o desenho das costelas. A delimitação das costelas estava marcada nos tecidos com coloração branca e com uma espécie de massa (adipocera) (Figura 4.75).

Com o avançar da retirada dos tecidos moles reparou-se que a percentagem destes era em grande quantidade e espessa, a quantidade e espessura era bastante superior que na carcaça nº3 que também se encontrava inumada.

Os tecidos da região vertebral também eram espessos e tinham uma massa de coloração branca e azulada/cinza-escuro (Figura 4.76).

Durante a exumação da carcaça o odor era nulo.

Ao tentar remover os tecidos moles da região do abdómen reparou-se em ervas por digerir, o que provavelmente seria o estômago, e tecido cor-de-rosa. Assim a autora decidiu retirar apenas o crânio, as costelas esquerdas e a escápula e voltar a inumar a carcaça para uma posterior análise.

O crânio tinha bastantes mais tecidos moles do lado direito pois este era o que se encontrava na parte inferior da carcaça (Figura 4.77A e 4.77B).



Figura 4.74 - Escápula esquerda contendo colêmbolos, tecido decomposto e porções de adipocera.



Figura 4.75 - Marca das costelas nos tecidos de coloração branca, possivelmente seria adipocera.



Figura 4.76 – Tecidos da região vertebral de coloração branca e azul/cinza-escuro da carcaça nº2.



Figura 4.77A – Norma lateral direita do crânio da carcaça nº2.



Figura 4.77B – Norma lateral esquerda do crânio da carcaça nº2.

Em suma, a carcaça permanecia com bastantes tecidos moles em todo o esqueleto, abdômen e tórax com presença de adipocera húmida, textura mole e várias tonalidades, desde o branco amarelado muito claro ao bege escuro.

Até à data a carcaça permanece inumada sendo que as temperaturas diárias obtidas de acordo com o IPMA e as do solo são devidamente anotadas para ser possível uma posterior exumação.

4.3. Limpeza e análise das carcaças

Para a limpeza das ossadas foi improvisado um pequeno laboratório. Esta foi levada a cabo a 24 de Março de 2015.

4.3.1. Carcaça nº1

Iniciaram-se as tarefas de limpeza pela carcaça nº1 que continha terra e pêlos secos (Figura 4.78A, 4.78B, 4.78C, 4.78D, 4.79, 4.80 e 4.81).



Figura 4.78 – Crânio da carcaça nº1 em várias normas: A - Norma superior; B - Norma inferior; C - Norma lateral direita; D - Norma lateral esquerda.



Figura 4.79 – Costelas esquerdas da carcaça nº1.



Figura 4.80 – Costelas direitas da carcaça nº1.



Figura 4.81 – Escápulas da carcaça nº1 (a verde e bege é a escápula esquerda e a castanho é a escápula direita).

4.3.2. Carcaça nº2

A segunda carcaça a ser limpa foi a nº2.

As ossadas retinham pêlos, terra seca e algumas porções de tecidos moles e adipocera seca (Figuras 4.82A, 4.82B, 4.83A, 4.83B, 4.83C, 4.83D, 4.84A e 4.84B).



Figura 4.82A – Norma externa da mandíbula (a metade da mandíbula inferior é a do lado esquerdo e a superior é a do lado direito).



Figura 4.82B – Norma interna da mandíbula (lado esquerdo e lado direito).



Figura 4.83 – Crânio da carcaça nº2 em várias normas: A - Norma superior fragmentado no local da pancada; B - Norma inferior; C - Norma lateral esquerda; D - Norma lateral direita.



Figura 4.84A – Costela esquerdas antes da limpeza contendo bastantes tecidos moles, terra e pêlos.



Figura 4.84B – Costelas esquerdas após a limpeza, continuando gordurosas e peganhosas.

4.3.3. Carçaça nº3

De seguida efetuou-se a limpeza da nº3. As ossadas continham pêlos, terra e nos ossos do lado direito tinham adipocera seca (Figuras 4.85A, 4.85B, 4.86, 4.87, 4.88A, 4.88B, 4.88C e 4.88D).

Todos os ossos do lado esquerdo têm uma coloração mais para o bege/bege escuro enquanto os ossos do lado direito têm uma coloração mais escura e com zonas brancas devido à adipocera seca.



Figura 4.85A – Escápulas antes da limpeza. A com porções de adipocera branca é a escápula do lado direito.



Figura 4.85B – Escápulas após a limpeza do nº3.



Figura 4.86 – Costelas esquerdas após a limpeza.



Figura 4.87 – Costelas direitas após a limpeza.



Figura 4.88 – Crânio da carcaça nº3 em várias normas: A - Norma lateral direita; B - Norma lateral esquerda; C – Norma superior; D - Norma inferior.

4.3.4. Carcaça nº4

Por último limpou-se a carcaça nº4. As ossadas continham apenas terra e pupas vazias (Figuras 4.89, 4.90, 4.91A, 4.91B, 4.91C e 4.91D).



Figura 4.89 - Costelas direitas da carcaça nº4.



Figura 4.90 - Costelas esquerdas da carcaça nº4.



Figura 4.91 – Crânio da carcaça nº4 em várias normas: A - Norma superior; B - Norma inferior; C – Norma lateral direita; D - Norma lateral esquerda.

Após a limpeza concluída, as ossadas foram pesadas numa balança digital de alta precisão (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 – Peso em gramas das ossadas de cada carcaça.

	Carcaça nº1	Carcaça nº2	Carcaça nº3	Carcaça nº4
	12kg	9kg	10kg	10kg
Crânio e mandíbula	117,4g	89,3g	90,5g	102,4g
Costelas	44,1g	Esquerdas 21,6g	39g	40,8g
Vértebras, corpos e discos vertebrais	68,5g	/	57,2g	61,4g
Patas anteriores e escápulas	80,1g	/	71,9g	82g
Patas posteriores e coxais	101,1g	/	67,9g	85,9g
TOTAL	411,2g	110,9g	326,5g	372,5g

Legenda: / - Sem resultados observados

4.4. Teste ao método de Megyesi e colegas (2005) e Vass (2011)

Neste subcapítulo a aplicabilidade dos métodos usualmente utilizados, no caso o de Megyesi e colegas (2005) (Tabelas A1, A2, A3) e Vass (2011) serão avaliados.

Começando pelo **método de Megyesi *et al.* (2005)** onde é necessário ter em conta as contraindicações propostas pela autora como a necessidade de conhecer as temperaturas médias diárias (máximo e mínimo) da área onde o cadáver foi encontrado, este método deve unicamente ser utilizado para ambientes exteriores e para cadáveres depositos à superfície, apesar de também poder ser utilizado para cadáveres encontrados no interior de edifícios, mas é impossível a sua utilização para inumados e quando há formação de adipocera.

Assim, as carcaças nº2 e nº3 serão excluídas pois foram inumadas e apresentaram formação de adipocera.

A carcaça nº1 encontrava-se deposita à superfície e foi classificada com 11 pontos para o crânio, pescoço e tronco e os membros com 10 pontos, o que perfaz um total de 31 pontos.

$$ADD=10^{(0.002 \cdot TBS \cdot TBS + 1.81)} \pm 388,16$$

$$ADD=10^{(0.002 \cdot 31 \cdot 31 + 1.81)} \pm 388,16$$

$$ADD=10^{(3.732)} \pm 388,16$$

$$ADD=5395, 11 \pm 388,16$$

Somando as temperaturas médias para o cálculo dos ADD obteve-se um valor inferior ao acima calculado, ou seja, 4309, 5 graus dia acumulados.

A carcaça nº4 encontrava-se dentro de uma estrutura a simular uma casa e foi classificada com 11 pontos para o crânio, pescoço e tronco e 10 pontos para os membros, sendo que o “total body score” e os ADD serão iguais à carcaça nº1.

Relativamente ao **método de Vass (2011)**, este requer que os restos cadavéricos estejam na fase da pré esqueletização, ou seja, com menos de 1285 ± 110 ADD. Sendo assim, as carcaças depositas à superfície (nº1 e nº4) não podem ser utilizadas pois já se encontram esqueletizadas.

Quanto às carcaças inumadas, para a fórmula poder ser utilizada o cadáver tem que estar inumado entre os 46cm e os 107cm, tem que ter menos de 1285 ± 110 ADD, as temperaturas do solo têm que ser superiores a zero graus e o local de inumação não pode ser perto de um local com grande concentração de água. Assim a carcaça nº2 é automaticamente excluída pois encontra-se inumada a 120cm de profundidade.

Em relação à carcaça nº3, usualmente esta fórmula não deveria ser utilizada ultrapassando os 1285 ± 110 ADD, mas o mais importante é que a carcaça esteja na fase de pré esqueletização. O único senão é que não se tem acesso à humidade do solo pelo que a sua utilização não é possível.

4.5. Degradação óssea

As peças ósseas foram analisadas relativamente presença ou ausência da degradação óssea.

Relativamente às alterações tafonómicas, as únicas observações remetem para as alterações cromáticas.

A carcaça nº1 tem várias colorações, desde o verde, bege, branco e castanho.

As restantes carcaças tinham colorações muito semelhantes, sendo mais ou menos uniforme a todos os ossos, desde o bege ao castanho-escuro presente na carcaça nº2, na nº3 bem como na nº4.

Alterações de textura e superfície, como o desgaste, a presença de fendas na superfície óssea, a descamação, rugosidades e fraturas não foram observadas.

O estado de decomposição das carcaças e de degradação dos restos esqueléticos segundo Galloway (1997 e Galloway *et al.*, 1989) e Behrensmeyer (1978) foi avaliado (Tabela 4.2).

Tabela 4.2 – Classificação dos estádios de decomposição seguindo as metodologias de Galloway (1997 e Galloway *et al.*, 1989) e Behrensmeyer (1978).

	Galloway	Behrensmeyer
Carcaça N°1	D2	1
Carcaça N°2	C6	0
Carcaça N°3	D1	0
Carcaça N°4	D4	1

Legenda:

Estádios e categorias de Galloway (1997 e Galloway *et al.*, 1989):

Estádio C6 – Decomposição avançada com desenvolvimento de adipocera;

Estádio D1 – Esqueletização, ossos com substâncias gordurosas e tecido decomposto, fluidos corporais podem ainda estar presentes

Estádio D2 – Esqueletização, ossos com tecido seco ou mumificado cobrindo menos de metade do esqueleto

Estádio D4 – Esqueletização, ossos secos

Estádios de esqueletização de Behrensmeyer (1978):

Estádio 0 – Cadáver ainda com tecidos moles ou a iniciar a esqueletização

Estádio 1 – Algumas fendas começam a surgir ao longo do comprimento dos ossos longos, apesar de poderem ainda estar presentes restos de tecidos moles

O estágio mais representado segundo o método de Galloway é a esqueletização (D1, D2 e D4). Através de Behrensmeyer os dois estádios presentes são o 0 e o estágio 1.

4.6. Fauna entomológica

Visto que a fauna entomológica é bastante importante na decomposição dos cadáveres foram recolhidos dez exemplares com o auxílio de uma pinça e de uma rede nos D5 e D21 perto da carcaça nº1 e foram fotografados quatro exemplares diferentes entre os D6 e D12, pois tornou-se impossível a sua captura devido à rede metálica que protegia a carcaça nº1, nos D84, D105 e D112 foram fotografados outros exemplares na sepultura do nº4.

Os exemplares recolhidos são na sua maioria da ordem *Diptera* (60%).

Capturou-se um exemplar da família *Sarcophagidae* (Figura A10), dois exemplares adultos de *Chrysomya albiceps* (Figura A11) e outros dois da mesma espécie mais ainda jovens (Figura A12) e um da família *Muscidae* (Figura A13). Ainda se capturou quatro exemplares da ordem *Hymenoptera* da família *Formicidae* (40%) (Figura A14).

Em relação aos fotografados, existem alguns Coleópteros, como *Margarinotus brunneus* da família *Histeridae* fotografado várias vezes entre os dias D6 e D12 sobre a carcaça nº1, um exemplar foi fotografado duas vezes (D84 e D105 na carcaça nº4) da família *Tenebrionidae* (Figura A15), vários exemplares de *Creophilus maxillosus* foram vistos em diversos dias (*Coleoptera: Staphylinidae*) (Figura A16) e também existem alguns aracnídeos de ordem *Araneae*.

Centopeias da classe *Chilopoda* e isópodes da classe *Malacostraca* e ordem *Isopoda* foram observados e fotografados no D189 na estrutura que albergava a carcaça nº4.

Aquando das exumações das carcaças nº2 e nº3 foram avistados vários exemplares da Ordem *Collembola* (Figura 4.65).

A classificação de todos os exemplares foi confirmada pela Professora Catarina Prado e Castro.

4.7. Solo

Aquando da abertura das sepulturas foi recolhida uma amostra de terra e enviada para laboratório para análise.

Na primeira análise o pH era de 4,7, classificado como ácido, a textura do campo era ligeira, tinha 1,2% de matéria orgânica, 97,7ppm de fósforo e 93,6ppm de potássio (Figura A7).

Durante a exumação da carcaça nº3 foi retirada uma nova amostra de terra para enviar novamente para laboratório. O pH era de 4,6, considerado como ácido, a percentagem de matéria orgânica era de 2%, o fósforo tinha um valor de 606,0ppm e o potássio de 206,4ppm (Figura A9).

O solo foi classificado como arenoso, sendo caracterizado por uma grande quantidade de areia, por ser um solo permeável e pobre em nutrientes.

4.8. Temperatura

Durante todas as observações (276 dias) as temperaturas foram anotadas, tanto as mínimas como as máximas, de acordo com o Instituto Português do Mar e da Atmosfera, bem como a temperatura externa à sepultura, ou seja, a temperatura exata do ar, a do interior da estrutura da carcaça nº4 e do solo.

Em relação às **temperaturas ambientes registadas pelo IPMA** (tabela A6), o máximo da temperatura máxima foi de 36°, o mínimo foi de 9°C tendo uma média de 20,858°C e um desvio padrão de 6,608.

O máximo da temperatura mínima foi de 22°C, o mínimo de -1°C, média de 10,469°C e desvio padrão de 5,514.

A mesma tabela (A6) em apêndice apresenta a média das temperaturas diárias de acordo com o IPMA.

Para ter uma noção da oscilação das temperaturas máximas e mínimas durante os nove meses segundo os dados do IPMA para o concelho de Anadia, a figura 4.92 ilustra a mesma.

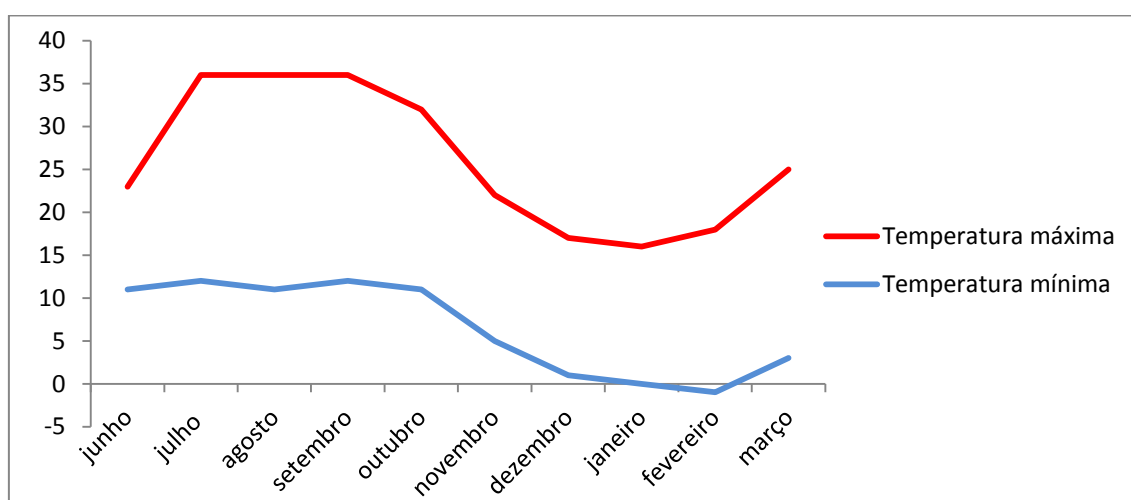


Figura 4.92 – Oscilação das temperaturas máximas e mínimas durante os nove meses do estudo experimental.

Em relação às **temperaturas exatas do ar**, a tabela A7 ilustra as mesmas. A temperatura máxima obtida foi de 29,1°C, a mínima de 12,2°C, uma média de 19,64°C e desvio padrão de 3,944 (tabela 4.3).

As **temperaturas registadas no interior da estrutura que albergava a carcaça nº4** encontram-se na tabela A8. A temperatura máxima foi de 30,6°C, a mínima de 11,2°C, média de 18,496°C e desvio padrão de 3,925 (tabela 4.3).

Quanto ao **solo**, as temperaturas foram registadas (tabela A9) aquando cada observação com o auxílio de um termómetro próprio para o efeito onde a temperatura medida é a do solo a cerca de 5cm de profundidade. A temperatura máxima foi de 25,1°C, a mínima de 0°C, média de 14,683°C e desvio padrão de 5,125 (tabela 4.3).

Tabela 4.3 – Síntese dos valores obtidos segundo as diferentes temperaturas obtidas.

	Temperatura máxima	Temperatura Mínima	Média	Desvio padrão
Temperatura exata do ar	29,1°C	12,1°C	19,64°C	3,944
Temperatura do interior da estrutura da carcaça nº4	30,6°C	11,2°C	18,496°C	3,925
Temperatura do solo	25,1°C	0°C	14,683°C	5,125

Segundo os boletins climatológicos mensais do IPMA para Portugal Continental durante os nove meses do estudo experimental, a mês de Junho de 2014 foi classificado como um mês normal a seco em grande parte do território, o mês de Julho foi classificado como chuvoso a muito chuvoso em grande parte do território devido à ocorrência de aguaceiros fortes, Agosto foi classificado como um mês seco exceto na região litoral Norte onde foi muito chuvoso, o mês de Setembro foi extremamente chuvoso, Outubro classificado como chuvoso, Novembro foi um mês muito chuvoso e Dezembro foi classificado como muito frio e muito seco. Em 2015, o mês de Janeiro foi classificado como muito frio e seco, Fevereiro como um mês muito frio e muito seco e o mês de Março foi classificado como muito seco e com uma média de temperatura superior ao valor normal.

No que diz respeito à precipitação, os mesmos boletins quantificam a sua concentração mas apenas para o Distrito de Aveiro.

Assim, o seguinte gráfico representa a precipitação total durante os nove meses de estudo para o Distrito de Aveiro (Figura 4.93).

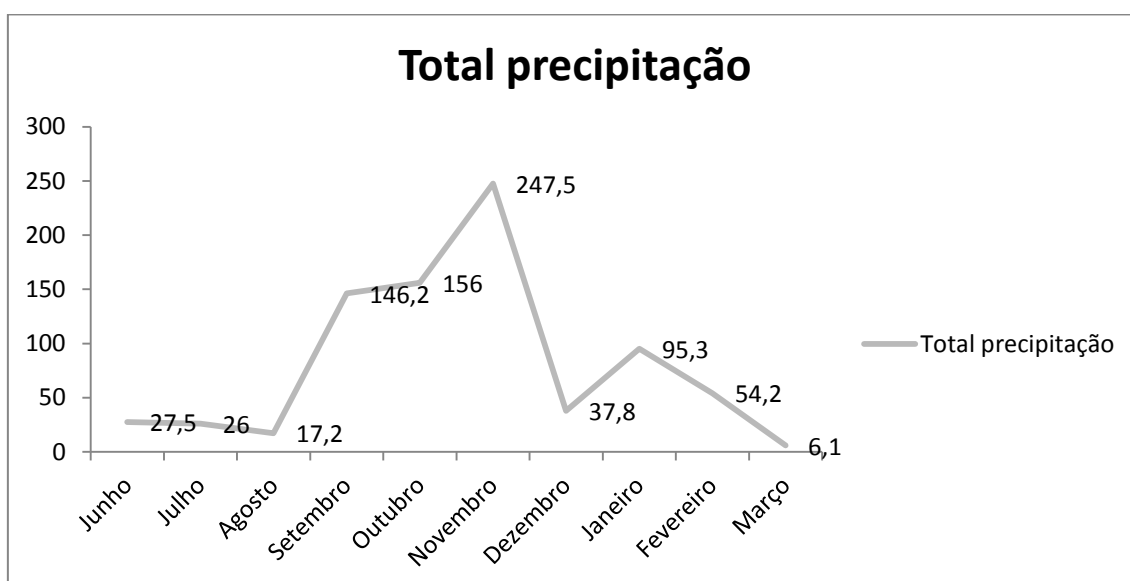


Figura 4.93 – Precipitação total do Distrito de Aveiro segundo os boletins meteorológicos do IPMA (1mm = 1kg/m²).

Este capítulo tem como principal objetivo a interpretação dos resultados anteriormente descritos.

Como relatado nos capítulos prévios, o presente estudo experimental recorreu ao uso de quatro modelos animais depositos em quatro ambientes diferentes: duas das carcaças foram inumadas diretamente no solo (nº2 e nº3) onde uma delas encontrava-se protegida por uma estrutura a simular uma casa (nº2) e outras duas depositas à superfície (nº1 e nº4) onde a nº4 também se encontrava protegida pela mesma estrutura que albergava a carcaça nº2. O estudo teve início no Verão de 2014 (21 de Junho) terminando a 21 de Março de 2015 e decorreu no distrito de Aveiro, Portugal, em contexto rural onde os fatores intrínsecos e a interferência humana foram excluídos, apenas a fauna entomológica da região tinha acesso às carcaças.

Diversos são os fatores que afetam as alterações tafonómicas e o processo de decomposição, como as diferentes regiões geográficas, o clima também é diferente de região para região bem como as características do local de deposição onde o cadáver se encontra, a presença ou ausência, a quantidade e as diferentes espécies de necrófagos, entre outros.

5.1. Processo de decomposição cadavérica

Como referido nos métodos, a classificação utilizada está de acordo com a de Payne (1965): estádio fresco, inchado, decomposição ativa, decomposição avançada, seco e esqueletização.

O estado de decomposição das carcaças expostas ao ar livre, nomeadamente a nº1 e a nº4 alcançaram a esqueletização em meses bastantes distintos.

A carcaça nº1 foi classificada com o estádio fresco apenas no D0 (21 de Junho de 2014), sendo que do D1 ao D8, inclusive, foi classificada como estando inchada (22 a 29 de Junho). A decomposição ativa teve início no D9 (30 de Junho) e estendeu-se até ao D42 (2 de Agosto), sendo que o estádio seco foi observado do dia 9 de Agosto (D49) ao dia 8 de Novembro (D140).

A esqueletização completa pôde ser observada a partir do D147 (15 de Novembro), sendo que esta ocorreu paulatinamente (Tabela 5.1).

A transição do estádio seco para a esqueletização foi difícil de observar. Como Adlam e Simmons (2007) afirmaram, à medida que o processo de decomposição avança é mais difícil ver os limites de cada estádio.

Assim, a carcaça demorou cento e quarenta e sete dias a esqueletizar completamente.

Obviamente que aquando da exumação a carcaça estava completamente esqueletizada mas ainda era possível observar restos de pele e pêlos secos principalmente na região do pescoço e abdómen.

Em relação à carcaça nº4, os estádios de decomposição foram mais facilmente observados sendo que o estádio da decomposição avançada e o estádio seco não foram observados.

Um dos motivos para o estágio da decomposição avançada não ser observado, nomeadamente a migração das larvas, foi o fato da carcaça se encontrar fechada dentro de uma estrutura e as larvas não conseguiram abandonar a mesma antes de atingirem a maturação.

O estágio fresco também se observou no D0 como na carcaça nº1. O inchaço da carcaça teve início no dia seguinte, D1 e terminou no D6 (27 de Junho) quando a decomposição ativa se iniciou, estendendo-se até ao D9. A partir do D10, 1 de Julho, a esqueletização ficou evidente (Tabela 5.1). Ou seja, a esqueletização decorreu ao fim de dez dias.

Tabela 5.1 – Síntese da duração de cada estágio consoante as carcaças analisadas.

	Estádio fresco	Estádio inchado	Estádio decomposição ativa	Estádio decomposição avançada	Estádio seco	Estádio esqueletização
Carcaça nº1	1 Dia (D0)	8 Dias (D1 ao D8)	3 Dias (D9 ao D11)	31 Dias (D12 ao D42)	92 Dias (D49 ao D140)	Mais de 147 dias (a partir do D147)
Carcaça nº4	1 Dia (D0)	5 Dias (D1 ao D5)	4 Dias (D6 ao D9)	/	/	Mais de 10 dias (a partir do D10)

Legenda: / - Sem resultados observados

Como se pode constatar a fase seguinte não é necessariamente maior que a anterior e também podemos ver que nenhuma destas fases tem um intervalo de tempo específico sendo que não pode ser associada a um determinado PMI como refere Campobasso e colegas (2001).

Apesar da amostra ser pequena, podemos afirmar que carcaças inumadas e exumadas no mesmo dia, com o mesmo PMI e com as mesmas condições geográficas e climáticas, sendo que a única diferença era a existência de uma proteção, o processo de decomposição corre a diferentes taxas. A carcaça protegida das intempéries ambientais, nº4, decompôs muito mais rapidamente que a exposta às mesmas, nº1, cerca de 14.7 vezes mais rápida.

A fauna entomológica teve acesso a ambas as carcaças no D2. A partir do D6 foi possível observar vários coleópteros na carcaça nº1 sendo que na nº4 só se avistou no D84 e D105 o mesmo exemplar (*Tenebrionidae*). No D189 foram observados outros animais, nomeadamente quilópodes (classe *Chilopoda*) e isópodos (classe *Malacostraca*)

Relativamente às carcaças inumadas, ambas mantinham os tecidos moles mas a quantidade era bastante díspar. A carcaça nº3 retinha uma menor quantidade de tecidos moles que a nº2 que se encontrava protegida por uma estrutura. Os membros da nº3 pareciam estar a iniciar a esqueletização pois os tecidos moles presentes eram escassos bem como o crânio. Ambas apresentavam formação de adipocera mas a carcaça nº3 tinha uma maior quantidade e espessura. A coloração era diferente, na nº3

era branca enquanto na nº2 havia várias tonalidades, desde o branco amarelado ao azulado/cinzentos-escuro.

A visualização e a posterior classificação da decomposição das carcaças inumadas não foram possíveis devido à falta de estudos relativamente ao desenrolar do processo.

Um cadáver inumado decompõe mais lentamente que um corpo exposto ao ar livre. Como refere Prieto e colegas (2004) um cadáver demora cerca de um ano a esquelizar à superfície enquanto em contexto de inumação pode demorar três anos. A lenta taxa de decomposição pode deve-se a vários fatores como a escassez de oxigénio (Vass, 2011), a ausência de insetos, a proteção contra o clima e o fato da temperatura do solo normalmente ser mais baixa e constante que a da superfície (Forbes, 2008a) atrasando assim todo o processo.

Como se pode constatar, a decomposição das carcaças depositadas à superfície decorreu a uma taxa superior que em contexto de inumação, podendo-se assim concluir que o ambiente de enterramento retarda de fato a decomposição de cadáveres inumados (Galloway *et al.*, 1989; Bass, 1997; Galloway 1997; Pinheiro, 2006).

Como Casper (1861) referiu “a uma temperatura média razoavelmente semelhante, o grau de putrefação de um cadáver exposto ao ar livre durante uma semana (ou um mês) o que equivale a duas semanas (ou um mês) a um cadáver encontrado na água e a oito semanas ou meses de um cadáver inumado”.

No caso dos enterramentos muito profundos, como o caso dos que se encontram em estudo, a atividade dos insetos é bastante mais restringida (Simmons *et al.*, 2010).

Como foi referido no primeiro capítulo, são vários os estudos sobre a decomposição cadavérica efetuados um pouco por todo o mundo e que recorrem a modelos animais, nomeadamente a suínos, devido à impossibilidade ética da experimentação em cadáveres humanos.

Os resultados obtidos com o presente estudo serão comparados com alguns dos autores acima mencionados, mais especificamente os estudos realizados em território Português e em climas semelhantes ao nosso.

O clima que caracteriza o distrito de Aveiro é o temperado mediterrâneo com influência marítima.

Assim, a seguinte tabela (Tabela 5.2) ilustra o tempo decorrido obtido por cada autor consoante cada estádio.

Tabela 5.2 – Comparação do presente estudo com outros realizados em contexto Português e em climas semelhantes ao nosso (notar que as classificações do estágio de decomposição utilizadas variam consoante os autores).

Autor	Estádio fresco	Estádio inchado	Estádio decomposição ativa	Estádio decomposição avançada	Estádio seco	Esqueletização	
Prieto <i>et al.</i> , (2004)	/	/	/	Ocorre ao final de uma semana a um mês em cadáveres à superfície	/	Demora mais de um ano à superfície e três anos em contexto de inumação	
Mise <i>et al.</i> , (2007)	2.75±1.43 Dias	7.75±2.43 Dias (putrefação)	9.5±2.96 Dias (putrefação escura)	72±5.61 Dias (fermentação butírica)	/	/	
Benninger <i>et al.</i> , (2008)	D0	D1 a D4 (autólise)	D5 a D8 (putrefação)	D9 a D13	/	Ocorreu ao fim de dias	
Marques (2008)	D1 a D8	D9 a D36 (putrefação)	D37 a D45 (putrefação escura)	D46 a D64 (fermentação butírica)	Não se apresentou		
Bonacci <i>et al.</i> , (2010)	Verão de 2007	/	/	/	Ocorreu ao fim de nove dias	/	
	Inverno de 2008	/	/	/	Ocorreu ao fim de noventa dias	Observado 170 dias após a deposição	
Prado e Castro <i>et al.</i> , (2011b)	Sol	Até ao segundo dia	Visível no terceiro dia	Início no sétimo dia	Início no oitavo dia	Ocorreu ao fim de quinze dias	/
	Sombra	Até ao segundo dia	Visível no terceiro dia	Início no sétimo dia	Início no oitavo dia	Ocorreu ao fim de quarenta e dois dias	/
Prado e Castro (2012)	Outono	D0 ao D3	D4 ao D7	/	D8 ao D26	/	D27 ao D76 ou mais
	Inverno	D0 ao D17	D18 ao D28	D29 ao D34	D35 ao D54	/	D55 ao D76 ou mais
	Primavera	D0 ao D3	D4 ao D6	D7	D8 ao D19	/	D20 ao D60 ou mais
	Verão	D0 ao D2	D3 ao D5	D6	D7 ao D12	/	D13 ao D60 ou mais
Pechal <i>et al.</i> , (2014)	Verão de 2010 Com insetos	/	/	/	/	Ocorreu em seis/sete dias	/
	Verão 2010 Sem insetos	/	/	/	/	Ocorreu ao fim de nove dias	/

Presente estudo	Verão 2011 Com insetos	/	/	/	/	Ocorreu ao fim de cinco dias	/
	Verão 2011 Sem insetos	/	/	/	/	Ocorreu ao fim de nove dias	/
	Carcaça exposta	D0	D1 a D8	D9 a D11	D12 a D42	D49 a D140	Ocorreu ao fim de cento e quarenta e sete dias
	Carcaça protegida	D0	D1 a D5	D6 a D9	/	/	Ocorreu ao fim de dez dias

Legenda: / - Sem resultados observados

Como podemos observar através da tabela 5.4, quando nos centramos nos resultados obtidos para o estádio seco, o estudo de Bonacci *et al.*, (2010) mostra que o mesmo foi alcançado ao fim de nove dias e no estudo de Pechal *et al.*, (2014), as carcaças alcançaram o estádio seco em seis/sete dias e cinco dias no Verão de 2010 e 2011, respetivamente. Enquanto no presente estudo este estádio só teve início quarenta e nove dias após a deposição da carcaça.

No que refere aos resultados obtidos para a esqueletização, dez dias, estes são muito semelhantes aos encontrados por Benninger e colegas (2008), que iniciaram o seu estudo no Verão onde após catorze dias a esqueletização tornou-se evidente, e aos de Prado e Castro (2012) quando comparados ao mês de Verão, onde a esqueletização ocorreu ao fim de treze dias.

Os restantes estudos têm resultados muito diferentes ou não podem ser comparados pois tiveram início em meses diferentes dos do presente estudo.

Comparando com outros climas, a tabela 5.3 irá resumir os resultados observados.

Tabela 5.3 – Comparação dos resultados obtidos no presente estudo localizado numa região de clima Mediterrâneo com estudos de diferentes climas.

Autor		Estádio fresco	Estádio inchado	Estádio decomposição ativa	Estádio decomposição avançada	Estádio seco	Esqueletização
Payne (1965)	Insetos com acesso à carcaça	Durou um dia e meio	Teve início ao segundo dia	Início ao quarto dia	Teve início ao sexto dia	Início ao oitavo dia	Autor refere a dificuldade entre a passagem do estádio seco para a esqueletização
Bass (1997)		Primeiro dia	Ocorre ao fim de uma semana	Ocorre ao fim de duas semanas	a quatro	/	Ocorre entre o primeiro mês e o primeiro ano

Vitta e colegas (2007)		Durou um dia	Durou dois dias	Durou três dias	Durou quatro dias	Dura em média a seis dias	Dura em média sete a trinta dias	/
Wang e colegas (2008)	Primavera	/	/	/	/	/	/	9 ± 3.125 Dias
	Verão	/	/	/	/	/	/	7.625 ± 1.833 Dias
	Outono	/	/	/	/	/	/	10.292 ± 2.916 Dias
	Inverno	/	/	/	/	/	/	49.166 ± 12.125 Dias
Ozdemir e Sert (2009)	Primavera	Um dia	/	Durou ± treze dias	Durou quarenta um dias	± e	Demorou cerca de cinco dias a atingir este estágio	/
	Verão	Um dia	Durou dois dias e meio	Durou ± seis dias	Durou ± onze dias		Demorou cerca de vinte dias a atingir este estágio	/
	Outono	Um dia	Durou dez dias e meio	Durou ± catorze dias	Durou ± vinte e quatro dias		/	/
	Inverno	/	Durou cerca de oitenta e cinco dias	/	/	/	/	/
Segura e colegas (2009)		Um a três dias	Entre o quarto e o décimo dia (fase enfisematosa e cromática)	Entre o décimo primeiro dia e o vigésimo (fase coliquativa)	/	/	/	Tem início entre o vigésimo e o nonagésimo sétimo dia
Horenstein e colegas (2010)	Sol	Verão	Demoraram em conjunto dois dias	/	/	/	Ocorreu ao fim de oito dias	/
		Primavera	/	/	/	/	Estádio alcançado ao fim de catorze dias	/
	Sombra	Verão	/	/	/	/	Alcançado ao fim de oito dias	/
		Primavera		Teve início no primeiro dia	/	/	/	/
Anton e colegas (2011)	Verão	/	Completo ao fim do segundo dia	/	/	/	/	Pode ocorrer em oito dias
	Inverno	/	/	Pode durar trinta e dois dias	/	/	/	/

Meyer e colegas (2013)	0 A 21 ADD	/	21 A 320 ADD	240 A 1285 ADD	/	Mais de 1285 ADD
------------------------	---------------	---	-----------------	-------------------	---	---------------------

Legenda: / - Sem resultados observados

Comparando com os resultados obtidos pela autora, notamos uma grande disparidade de resultados.

Quando nos debruçamos sobre um dos estádios da decomposição, observamos que a decomposição ativa avaliada por Vitta *et al.*, (2007) durou três dias como no nosso estudo, alcançando a esqueletização em dias diferentes, ou seja, no nosso estudo a mesma ocorreu em dez dias enquanto em Vitta e colegas (2007) o estádio seco pode ir até aos trinta dias o que significa que a esqueletização tem um valor superior em climas tropicais.

Quando avaliamos a esqueletização, os resultados obtidos por Wang e colegas em 2008, na Primavera a carcaça atingiu o estádio em 9 ± 3.125 dias e no Outono 10.292 ± 2.916 dias, o que assemelha aos nossos resultados. No verão a decomposição em clima subtropical foi mais rápida que em clima mediterrâneo ocorrendo em oito dias. No estudo de Anton e colegas 2011 realizado em clima temperado húmido, o estádio da esqueletização foi alcançado aos oito dias, valor inferior ao obtido para o nosso clima.

5.2. Aplicabilidade do método de Megyesi e colegas (2005) e das fórmulas de Vass (2011)

Quando se tentou aplicar o método de Megyesi e colegas (2005) à carcaça nº1, reparou-se que o valor de ADD obtido era bastante superior quando comparado como o total das temperaturas médias, ou seja, ao utilizar a fórmula obtivemos um valor de 5395.11 ± 388.16 ADD e quando somadas as temperaturas o valor era igual a 4309.5 graus dia acumulados. Isto quer dizer que os valores de scores atribuídos eram demasiado elevados para o tempo que a carcaça esteve exposta.

Para a carcaça nº4 os valores foram iguais sendo que a justificação também é igual.

O fato dos scores elaborados por Megyesi e colegas (2005) serem pouco abrangentes, dificultou a atribuição dos mesmos pois as categorias associadas à esqueletização são escassas.

Relativamente às fórmulas de Vass (2011) mostrou-se impossível a sua utilização, ou porque a profundidade era superior à sugerida pelo autor ou porque, no caso da fórmula anaeróbica, era necessário ter acesso à humidade do solo o que se mostrou impossível.

Em suma, estes dois métodos mostraram uma aplicabilidade bastante reduzida. Através do método de Megyesi e colegas (2005) o resultado dos ADD não corresponde à realidade enquanto as fórmulas de Vass (2011) foram impossíveis de usar devido a tantas limitações e exigências.

5.3. Degradação óssea

A degradação óssea foi avaliada e as quatro carcaças encontravam-se em bom estado de preservação. As únicas alterações tafonómicas visíveis remetem para a carcaça nº1 que estava deposta diretamente no solo sem proteção. Alterações essas que são cromáticas, ou seja, como a carcaça se encontrava exposta, a coloração das ossadas era variada. A carcaça foi deposta em decúbito lateral esquerdo sendo que as ossadas laterais esquerdas tinham colorações várias, desde o verde, devido ao contacto com a flora envolvente, ao bege que é a cor característica dos ossos, ao branco devido à exposição solar e claro, as ossadas do lado direito que se encontravam em contato direto com o solo eram de coloração acastanhada.

As restantes carcaças, tanto a que se encontrava deposta à superfície como as inumadas, as ossadas eram acastanhadas devido ao contato direto com o solo envolvente.

Depois de classificar as carcaças quanto às categorias e estádios de decomposição de Galloway *et al.*, (1989) e Galloway (1997) podemos afirmar que o estádio atribuído a nº1, D2, corresponde aos limites propostos pela autora, ou seja, a esqueletização ocorre entre os dois e os nove meses. No caso da carcaça nº4 a classificação atribuída, D4, não condiz com os limites pois ao fim de dez dias a esqueletização tornou-se evidente.

Relativamente às carcaças inumadas, a nº2 foi classificada com o estádio C6. A autora sugere que a decomposição avançada para cadáveres expostos à superfície ocorre entre o quarto e o décimo dia, pelo que em contexto de inumação o intervalo de tempo será superior. A nº3 foi classificada com o estádio D1 onde o intervalo de tempo sugerido seria de dois a nove meses em casos de exposição ao ar livre, mas que será superior em casos de cadáveres inumados.

Assim, podemos constatar quem em casos de exposição ao ar livre, nem sempre os estádios atribuídos são os corretos e em contexto de inumação os resultados não são os adequados.

Quanto aos estádios de esqueletização de Behrensmeyer (1978), podemos afirmar que ambas as carcaças expostas se encontram dentro dos limites sugeridos, ou seja, o estádio 0 pode ir até aos doze meses.

No caso das carcaças inumadas, o estádio 1 pode prolongar-se até aos três anos, pelo que as carcaças também se encontram dentro do intervalo apontado.

Assim podemos dizer que os estádios de Behrensmeyer (1978) funcionam para a nossa região.

Devido à curta duração deste estudo, a progressão da degradação óssea não foi observada no nosso clima. O estádio mais avançado que observámos foi o 1, ou seja, as carcaças foram classificadas com este estádio porque já se encontravam esqueletizadas, sem presença de tecidos moles mas ainda assim não apresentavam qualquer sinal de degradação.

5.4. Características do solo

As análises ao solo revelaram uma diminuição ligeira do pH, passando de 4.7 para 4.6, tendo as outras variáveis analisadas aumentado (Figura A7 e A9). O pH é considerado em ambos os casos como ligeiramente ácido.

- No estudo de **HauTEO e colegas (2013)** com enterramentos de 30cm, o pH aumentou, nos grupos de controlo passando de 4,7-6,0 para 8,0-8,5, posteriormente houve uma diminuição passando para 7,9-8,1. Nos restantes grupos o pH inicial era de 4,8-5,8 e aumentou para 5,6-8,4 (Tabela 2 *in* HauTeo, 2013).

- No estudo de **Carter e colegas (2008)** onde os enterramentos eram de 2,5cm, o pH também teve um aumento. Inicialmente tinha valores entre os 3- 6 passando para 8-8,1

- Num estudo realizado por **Lacel et al., (2015)**, onde vértebras de porcos com poucos tecidos eram incubadas em vários tipos de solos com um pH inicial de 4,8, mostram uma diminuição do mesmo como no presente estudo (valores não publicados).

O solo foi classificado como arenoso, o que de acordo com vários autores promove a formação de adipocera como sugerem Durães e colegas (2010) e Forbes e colegas (2005c).

Em Forbes e colegas (2005c) afirmam que em solos ácidos a adipocera não se forma.

No estudo de Forbes e colegas (2005b) a adipocera poderia formar-se com um pH entre os 5 e os 9, sendo que é classificado como ligeiramente ácido e ligeiramente alcalino, respetivamente.

A formação de adipocera das carcaças inumadas em solos ligeiramente ácidos está assim de acordo com o estudo de Forbes *et al.*, (2005b).

5.5. Temperatura

A seguinte tabela (5.4) exhibe a média das temperaturas observadas para cada estágio de decomposição. No caso da carcaça nº4 são as temperaturas obtidas dentro da estrutura que a protegia e no caso da carcaça nº1 são as temperaturas do ar.

Tabela 5.4 – Apresentação da média das temperaturas do ambiente e do interior da estrutura que protege a carcaça, nº1 e nº4, respetivamente, consoante o estágio de decomposição.

	Estádio fresco	Estádio inchado	Estádio decomposição ativa	Estádio decomposição avançada	Estádio seco	Esqueletização
Carcaça nº1	D0 – 18°C	D1 a D8 – 20,6°C (d.p. 1,584)	D9 a D11 – 20,47°C (d.p. 0,569)	D12 a D42 – 21,89°C (d.p. 2,121)	D49 a D140 – 22,7°C (d.p.3,150)	/

Carcaça n°4	D0 18°C	- D1 a D5 19,04°C (d.p.2,112)	- D6 a D9 20,28°C (d.p. 2,555)	/	/	/
--------------------	------------	-------------------------------------	--------------------------------------	---	---	---

Legenda: / - Sem resultados observados

Observando a média das temperaturas do ar obtidas para a carcaça n°1 vemos que há um aumento gradual da temperatura com o avançar do processo de decomposição, apesar do estágio decomposição ativa se caracterizar por uma média de temperatura inferior ao estágio inchado, mas isto pode ser explicado pelo pequeno intervalo de tempo em que ocorreu a decomposição ativa e pelas temperaturas obtidas nesses dias serem relativamente inferiores às obtidas para o estágio inchado.

O fato da média das temperaturas no estágio seco ser superior aos outros estágios deve-se ao maior intervalo de tempo e também devido ao mês em que ocorreu (teve início no dia 9 de Agosto que foi um mês bastante quente com uma temperatura máxima de 26,6°C e uma média de 22,8°C, d.p.2,541)

No caso da carcaça n°4, como foi referido, as temperaturas relevantes são as auferidas no interior da estrutura que protege a carcaça, é podemos observar que a média de temperatura é sempre superior ao estágio anterior.

Ao observar com atenção as temperaturas, podemos constatar que entre o D8 e o D10 a temperatura do interior da estrutura que albergava a carcaça n°4 é superior à do ambiente, como podemos ver através da tabela 5.5.

Tabela 5.5 – Diferenças de temperatura entre a estrutura n°4 e a do ambiente.

	Dia. Mês	Temperatura do exterior	Temperatura do interior da estrutura n°4
D8	29.06	20°C	21,6°C
D9	30.06	20,3°C	23,2°C
D10	01.07	20°C	21,8°C

A média das temperaturas do exterior nestes três dias é de 20,1°C (d.p. 0,173) enquanto a do interior da estrutura que albergava a carcaça n°4 é de 22,2°C (d.p. 0,872), aumento de 2,1°C. Este aumento de temperatura pode ser explicado devido à elevada taxa metabólica das larvas aquando da decomposição ativa.

No entanto, foram observadas outras diferenças esporádicas, nomeadamente um aumento da temperatura da estrutura n°4 em relação à do ambiente nos D42, D63, D70, D77, D126, D147, D154, D175 e D238, fato que não é facilmente explicado.

Payne (1965) também verificou que a temperatura da carcaça durante a decomposição ativa era superior à do ambiente. O autor refere um dos casos observados: a temperatura da carcaça era de 37,7°C enquanto a do ambiente era de apenas 22°C, relatando assim um aumento significativo de 15,7°C.

Em suma, de fato o enterramento protege as carcaças das oscilações ambientais impedindo um bom decorrer do processo de decomposição. As carcaças inumadas tinham o mesmo PMI, as mesmas condições geográficas e climáticas, as características do solo eram iguais em ambos os casos, a única diferença foi a utilização de uma estrutura para proteger a carcaça nº2. Essa estrutura foi fundamental para as diferenças encontradas aquando da exumação pois a decomposição da carcaça não estava tão avançada como a da nº3. Outros fatores descritos no primeiro capítulo, como a escassez de oxigênio, a profundidade do enterramento afetaram o processam principalmente no que refere à constituição das bactérias que são anaeróbicas e são menos eficientes que as bactérias aeróbicas que existem à superfície. O fato dos enterramentos serem consideravelmente profundos (entre 106cm e 120cm) afetou a capacidade dos insetos colonizarem a carcaça o que também se mostrou como um fator que atrasa a decomposição, sendo que estes são os principais consumidores dos tecidos moles.

As carcaças depositas à superfície também demonstraram diferenças no processo de decomposição. A carcaça protegida, a nº4, teve uma taxa de decomposição bastante mais acelerada que a nº1, o que não seria de esperar pois encontrava-se exposta às adversidades ambientais o que deveria ser indicativo de uma taxa acelerada de decomposição.

Isto pode ser explicado pelo fato da carcaça nº4 ser protegida das flutuações de temperatura, pelo fato das larvas terem sempre temperaturas constantes e não estarem sujeitas às baixas temperaturas ocorridas durante a noite. Devido à exposição solar constante os fluidos da carcaça nº1 secavam mais rapidamente impedindo a grande proliferação das larvas. Como se pôde notar ao longo das observações feitas, os tecidos nunca foram consumidos por completo muito devido ao fato destes estarem expostos ao sol e facilmente se tornarem secos, o que não é o alimento de eleição das larvas.

Além de que, no caso da carcaça protegida, as larvas não podiam abandonar a estrutura fechada enquanto as larvas presentes na nº1 facilmente abandonavam a carcaça. Não esquecer que estas facilmente eram consumidas pela restante fauna, no caso as formigas.

Assim o processo de decomposição foi bastante atrasado em relação à carcaça protegida.

A Tafonomia Forense é a base deste estudo onde a decomposição e a degradação cadavérica são questões fundamentais bem como a sua relação com o tempo decorrido desde a morte.

Entender os processos de decomposição e os fatores que influenciam o seu percurso é essencial para a estimativa do PMI, em contextos forenses. Quando nos voltamos para contextos arqueológicos é também importante para compreender as práticas funerárias das populações do passado. A decomposição, normalmente segue uma sequência que pode ajudar na estimativa do PMI.

Dito isto, o grande objetivo foi avaliar a aplicabilidade dos métodos de Megyesi e colegas (2005), as fórmulas de Vass (2011), as categorias e estádios de decomposição de Galloway (1997, Galloway *et al.*, 1989) bem como dos estádios de esqueletização de Behrensmeyer (1978).

Este estudo demonstra a dificuldade na estimativa do PMI utilizando os métodos comumente utilizados.

O método de Megyesi e colegas (2005) é bastante utilizado em várias regiões geográficas mas tem poucas categorias relativas à esqueletização o que torna difícil a sua utilização quando os cadáveres já se encontram esqueletizados.

As fórmulas de Vass (2011), que tentam estimar um PMI mais preciso, têm uma aplicabilidade muito reduzida devido às várias premissas que acabam por limitar a sua utilização.

As classificações segundo os estádios de Galloway (1997; Galloway *et al.*, 1989) não apresentam compatibilidade com a estimativa do PMI da presente amostra sendo de fraca utilidade, enquanto em relação aos estádios de esqueletização de Behrensmeyer (1978), apesar destes mostrarem uma correspondência entre o estádio escolhido e o intervalo de tempo sugerido pela autora, as categorias e o intervalo de tempo são demasiado amplas.

Como se pôde constatar através deste estudo, as carcaças em contexto de inumação apresentam um processo de decomposição bastante mais lento que as carcaças expostas à superfície.

A temperatura e o fato das carcaças se encontrarem protegidas, a nº2 que se encontra inumada diretamente no solo, e a nº4 deposta à superfície, revelam-se fatores importantes no processo de decomposição, retardando o seu percurso na casa da nº2 e acelerando na casa da nº4.

O fato da profundidade das inumações ser superior a 100cm (106cm no caso da carcaça nº3; 120cm no caso da carcaça nº2) releva-se relevante no caso da inacessibilidade dos insetos às mesmas.

Com o mesmo PMI de nove meses e as mesmas condições climáticas, sendo que a única diferença era a existência de uma proteção, foi possível observar vários estádios de decomposição.

Podemos assim concluir que não é muito confiável a utilização dos estádios de decomposição e esqueletização para estimar o PMI. Foi provado que é bastante difícil estimar um PMI corretamente.

Como é frequente em estudos experimentais, houve algumas limitações neste estudo, começando pelo recurso a modelos animais em vez de cadáveres humanos, mas este fato trouxe a vantagem de se poder controlar as variáveis intrínsecas. Um outro problema foi a impossibilidade de acompanhar a decomposição para os cadáveres inumados, apenas se observou o estado do cadáver

aquando da exumação. Para uma melhor descrição do processo em contexto de exposição era crucial acompanhar o processo 24h sobre 24h, principalmente nas primeiras semanas, mas é impossível.

O fato da estação meteorológica mais próxima se encontrar a 12km do local de estudo (situada na Escola Profissional De Viticultura E Enologia da Beira, em Anadia, distrito de Aveiro (Latitude: 40.4389573, Longitude: -8.447049,15 [obtido através do Google Maps])) pode ter enviesado os resultados dos graus dia acumulados bem como a não obtenção das temperaturas corporais.

Para se perceber melhor as desigualdades que ocorrem nas diferentes estações do ano, nomeadamente o fator temperatura, é necessário fazer mais experiências ao longo das quatro estações que caracterizam o clima Português.

Apesar de, com este estudo, compreendermos melhor o papel de alguns dos fatores tafonómicos e da sua influência sobre o processo da decomposição, deve continuar-se a fazer estudos na área para um melhor esclarecimento.

7. Referências bibliográficas

[A]

Adlam RE, Simmons T. 2007 .The Effect of Repeated Physical Disturbance on Soft Tissue Decomposition – Are Taphonomic Studies an Accurate Reflection of Decomposition? *Journal of Forensic Sciences*, 52(5): 1007-1014.

Aitkenhead-Peterson JA, Owings CG, Alexander MB, Larison N, Bytheway JA. 2012. Mapping the lateral extent of human cadaver decomposition with soil chemistry. *Forensic Science International*, 216: 127-134.

Al-Mesbah H, Moffatt C, El-Azazy OME, Majeed QAH. 2012. The decomposition of rabbit carcasses and associated necrophagous Diptera in Kuwait. *Forensic Science International*, 217: 27-31.

Amendt J, Krettek R, Zenher R. 2004. Forensic entomology. *Naturwissenschaften*, 91:51–65.

Amendt J, Campobasso CP, Gaudry E, Reiter C, LeBlanc HN, Hall MJR. 2007. Best practice in forensic entomology—standards and guidelines. *International Journal of Legal Medicine*, 121:90–104.

Amendt J, Richards CS, Campobasso CP, Zehner R, Hall MJR. 2011. Forensic entomology: applications and limitations. *Forensic Science, Medicine, and Pathology*, 7: 379-392.

Anderson GS. 2001. Insect succession on carrion and its relationship to determining the time of the death. In: Byrd JH, Castner JL (Eds) *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations*. Boca Raton, CRC Press: 143-175.

Anderson GS, Cervenka VJ. 2002. Insects associated with the body: their use and analyses. In: Haglund WD, Sorg MH (Eds) *Advances in forensic Taphonomy—method, theory and archaeological perspectives*. Boca Raton, CRC Press: 173–199.

Andrews P. 1995. Experiments in Taphonomy. *Journal of Archaeological Science*, 22: 147-153.

Andrews P, Whybrow P. 2005. Taphonomic observations on a camel skeleton in a desert environment in Abu Dhabi. *Palaeontologia Electronica*, 8(1): 1-17.

Anton E, Niederegger S, Beutel RG. 2011. Beetles and flies collected on pig carrion in an experimental setting in Thuringia and their forensic implications. *Medical and Veterinary Entomology*, 1-12.

Arnaldos MI. 2000. Estudio de la fauna sarcosaprófaga de la Región de Murcia. Su aplicación a la Medicina legal. Tese de Doutoramento. Departamento de Biología animal, Faculdade de Biología, Universidade de Múrcia. Espanha.

Arnaldos MI, García MD, Romera E, Presa JJ, Luna A. 2005. Estimation of postmortem interval in real cases based on experimentally obtained entomological evidence. *Forensic Science International*, 149:57-65.

Arnaldos MI, Prado e Castro C, Presa JJ, López-Gallego E, García MD. 2006. importancia de los estudios regionales de fauna sarcosaprófaga. aplicación a la práctica forense. *Ciencia Forense*, 8: 63-82.

Aufderheide AC. 2003. *The Scientific Study of Mummies*, Cambridge University Press, Cambridge.

[B]

Bajerlein D, Matuszewski S, Konwerski S. 2011. Insect succession on carrion: seasonality, habitat preference and residency of Histerid beetles (Coleoptera: Histeridae) visiting pig carrion exposed in various Forests (WESTERN Poland). *Polish Journal of Ecology*, 59(4): 787-797.

Bartolomucci R. 2008. Preservação óssea: um estudo tafonómico dos remanescentes ósseos humanos dos sambaquis fluviais do vele do Ribeira de Iguape, SP. Dissertação de Mestrado. Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo, Brasil.

Bass WM. 1997. Outdoor decomposition rates in Tennessee. In: Haglund WD, Sorg MA (Eds) *Forensic Taphonomy: the postmortem fate of human remains*. Boca Raton, CRC Press: 181-186.

Baxter K. 2004. extrinsic factors that effect the preservation of bone. *The Nebraska Anthropologist*, 19: 38-45.

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

Bell L, Skinner SM, Jones FSJ. 1996. The speed of postmortem change to the human skeleton and its taphonomic significance. *Science International*, 82: 129–140.

Benninger L, Carter DO, Forbes SL. 2008. The biochemical alteration of soil beneath a decomposing carcass. *Forensic science International*, 180: 70-75.

Bermudez S, Pachar JV. 2010. Artrópodos asociados a cadáveres humanos en Ciudad de Panamá, Panamá. *Revista Colombiana de Entomología* 36 (1): 86-89.

Bharti M, Singh D. 2003. Insect Faunal Succession on Decaying Rabbit Carcasses in Punjab, India. *Journal of Forensic Science*, 48(5): 1-11.

Boaks A, Siwek D, Mortazavi F. 2014. The temporal degradation of bone collagen: A histochemical approach. *Forensic Science International*, 240: 104-110.

Bonnacci T, Brandmayr, Greco S, Tersaruolo C, Vercillo V, Brandmayr TZ. 2010. A preliminary investigation of insect succession on carrion in Calabria (southern Italy). *Terrestrial Arthropod Reviews*, 3: 97-110.

Brundage A, Bros A, Honda FY. 2011. Seasonal and habitat abundance and distribution of some forensically important blow flies (Diptera: Calliphoridae) in Central California. *Forensic Science International*, 2012: 115-120.

Buekenhout I, Cravo L, Ferreira MT, Vieira DN, Cunha E. 2015a. Applying Galloway's stages of decomposition to estimate PMI of buried remains: reality or fiction? Póster apresentado em IV Congresso Ibérico De Medicina Legal e Ciências Forenses. Porto

Buekenhout I, Cravo L, Ferreira MT, Vieira DN, Cunha E. 2015b. Is it possible to apply standardized decomposition stages when estimating the PMI of buried remains? Póster apresentado em II Bioanthropological Meeting. Coimbra

Byrd JH, Castner JL. 2001. Insects of forensic importance. In: Byrd JH, Castner JL (Eds) *Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations*. Boca Raton CRC Press: 43-80.

[C]

Cainé LSRM. 2010. *Entomologia forense: identificação genética de espécies em Portugal*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Medicina. Universidade de Coimbra. Portugal

Campobasso CP, Di Vella G, Introna F. 2001. Factors affecting decomposition and Diptera colonization. *Forensic Science International*, 120:18-27.

Cardoso CVP. 2002. *Técnica de necropsia*. SciELO Books: 330-338.

Carter DO. 2005. Forensic Taphonomy: processes associated with cadaver decomposition in soil. Tese de Doutoramento apresentada à Escola de Farmácia e Ciências Moleculares, Universidade James Cook, Douglas, Austrália.

Carter DO, Tibbett M. 2006. The decomposition of skeletal muscle tissue (*Ovis aries*) in a sandy loam soil incubated at different temperatures. *Soil Biology and Biochemistry* 38:1139–1145.

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

Carter DO, Yellowlees D, Tibbett M. 2007. Cadaver decomposition in terrestrial ecosystems, *Naturewissenschaften*, 94, 12–24.

Carter DO, Yellowlees D, Tibbett M. 2008. Temperature affects microbial decomposition of cadavers (*Rattus rattus*) in contrasting soils. *Applied Soil Ecology*, 40: 129–37.

Carter DO, Yellowlees D, Tibbett M. 2009. Can Temperature Affect the Release of Ninhydrin-Reactive Nitrogen in Gravesoil Following the Burial of a Mammalian (*Rattus rattus*) Cadaver? In: Ritz K, Dawson L, Miller D (Eds) *Criminal and Environmental Soil Forensics*. Springer: 333-341.

Carvalho LML, Linhares AX. 2001. Seasonality of Insect Succession and Pig Carcass Decomposition in a Natural Forest Area in Southeastern Brazil. *ASTM International*, 604-608.

Carvalho LML, Thyssen PJ, Linhares AX, Palhares FAB. 2000. A checklist of arthropods associated with pig carrion and human corpses in southeastern Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 95: 135–138.

Casper JL 1861. *Handbook of the practice of forensic medicine, based upon personal experience*. Thanatological Division 3rd ed. London: The New Sydenham Society.

Catanese C, Levy B, Catanese G. 2010. Postmortem changes and time of death. In: Catanese CA. *Color atlas of forensic Medicine and Pathology*. Boca Raton, CRC Press: 111-146e

Cattaneo C. 2007. Forensic Anthropology: developments of a classical discipline in the new millennium. *Forensic Science International*, 165: 185-193.

Cattaneo C, Gibelli D. 2009. Postmortem interval: Anthropology. In: Jamieson A, Moenssens A (Eds) Wiley Encyclopedia of Forensic Sciences, Chinchester, Wiley: 2089-2093.

Clark MA, Worrell MB, Pless JE. 1997. Postmortem changes in soft tissues. In: Haglund WD, Sorg MH (Eds) Forensic Taphonomy: the postmortem fate of human remains. Boca Raton, CRC Press: 151–164.

Cunningham SL, Kirkland SA, Ross HA. 2011. Bone Weathering of Juvenile-Sized Remains in the North Carolina Piedmont. In: Ross AH, Abel SM (Eds) The Juvenile Skeleton in Forensic Abuse Investigations. Humana Press, New Jersey: 179-196.

[D]

Dadour IR, Harvey ML. 2008. The role of invertebrates in terrestrial decomposition: forensic applications. In: Tibbett M, Carter DO (Eds) Soil Analysis in Forensic Taphonomy. Boca Raton, CRC Press: 109–122.

De Jong GD, Chadwick JW. 1999. Decomposition and arthropod succession on exposed rabbit carrion during summer at high altitudes in Colorado, USA. *Journal Medical Entomology*. 36: 833–845.

Dent BB, Forbes SL, Stuart BH. 2004. Review of human decomposition processes in soil. *Environmental Geology*. 45: 576–585.

DiMaioVJ, DiMaio D. 2001. Forensic pathology. 2nd ed. Boca Raton, CRC Press.

DiMaio VJM , Dana SE. 2006. Handbook of Forensic Pathology. Boca Raton, CRC Press.

Dirkmaat DC, Cabo LL, Ousley SD, Symes SA. 2008. New perspectives in Forensic Anthropology. *Yearbook of Physical Anthropology*, 51:33-52.

Domínguez - Rodrigo M, Fernández-Lopez S, Alcalá L. 2011. How can Taphonomy be defined in the XXI century? *Journal of Taphonomy*, 9: 1-13.

Durães N, Cortez D, Algarra M, Sánchez FG, Rodríguez-Borges JE, Bobos I, Silva JE. 2010. Comparison of adipocere formation in four soil types of the Porto (Portugal) district. *Forensic Science International*, 195: 168.e1-168.e6e.

[E]

Efremov IA. 1940. Taphonomy, a new branch of Paleontology. *Pan-American Geologist*, 74: 81-93.

Enwere PI. 2008. Taphonomy of Child-sized Remains in Shallow Grave and Surface Deposit Scenarios. Texas State University-San Marcos, Texas. Estados Unidos.

[F]

Ferreira MT. 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. Coimbra.

Ferreira MT, Cunha E. 2008. Tafonomia experimental aplicada à Antropologia Forense: implicações para a compreensão dos registos arqueológicos. Póster apresentado em II Congresso Internacional de Arqueologia Experimental. Ronda, Espanha.

Ferreira MT, Cunha E. 2012. Será credível estimar o PMI em restos cadavéricos em avançado estado de decomposição? *Cadernos do GEEvH*, 2: 7-20.

Ferreira MT, Cunha E. 2013. Can we infer post mortem interval on the basis of decomposition rate? A case from a Portuguese cemetery. *Forensic Science International*, 226: 298.e1-298.e6.

Fielder S, Graw M. 2003. Decomposition of buried corpses, with special reference to the formation of adipocere. *Naturwissenschaften*, 90:291–300

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

Forbes SL. 2008b. Potential determinants of postmortem and postburial interval of buried remains. In: Tibbett M, Carter DO (Eds) *Soil analysis in forensic Taphonomy. Chemical and biological effects of buried human remains*. Boca Raton, CRC Press: 225-246.

Forbes SL, Stuart BH, Dent BB. 2005a. The effect of the method of burial on adipocere formation. *Forensic Science International*, 154: 44-52.

Forbes SL, Stuart BH, Dent BB. 2005b. The effect of the burial environment on adipocere formation. *Forensic Science International*, 154: 24-34.

Forbes SL, Dent BB, Stuart BH. 2005c. The effect of soil type on adipocere formation. *Forensic Science International*, 154: 35-43.

Forbes SL, Stuart BH, Dent BB, Fenwick-Mulcahy S. 2005d. Characterization of adipocere formation in animal species. *Journal of Forensic Science*, 50: 633-640.

Forbes SL, Dadour I. 2009a. The soil in forensic entomology, In: Byrd JH, Castner JL (Eds) *Forensic Entomology: the Utility of Arthropods in Legal Investigations*. Boca Raton, CRC Press: 407–426.

Forbes SL, Nugent K. 2009b. Dating of anthropological skeletal remains of forensic interest. In: Blau S, Ubelaker DH (Eds) *Handbook of Forensic Anthropology and Archaeology*. Walnut Creek, Left Coast Press: 164-173.

France DL, Griffin TJ, Swanburg JG, Lindemann JW, Davenport GC, Trammell V, Travis CT, Kondratieff B, Nelson A, Castellano K, Hopkins D, Adair T. 1997. NecroSearch revisited: further multidisciplinary approaches to the detection of clandestine graves. In: Haglund WD, Sorg MH (Eds) *Forensic Taphonomy: the postmortem fate of human remains*. Boca Raton, CRC Press: 497–509.

[G]

Galloway A. 1997. The process of decomposition: a model from the Arizona- Sonoran desert. In: Haglund WD, Sorg MH (Eds) *Forensic Taphonomy: the postmortem fate of human remains*. Boca Raton, CRC Press: 139-150.

Galloway A, Birkby WH, Jones AM, Henry TE, Parks BO. 1989. Decay rates of human remains in an arid environment. *Journal of Forensic Science*, 34: 607-616.

Gaudry E. 2010. The insects colonisation of buried remains. In: Amendt J, Campobasso CP, Goff ML, Grassberger M (Eds) *Current concepts in forensic entomology*. Dordrecht. Springer: 273–312.

Gill-King H. 1997. Chemical and ultrastructural aspects of decomposition. In: Haglund WD, Sorg MH (Eds) *Forensic Taphonomy: The Postmortem Fate of Human Remains*. Boca Raton, CRC Press: 93–108.

Goff ML. 1991. Problems in estimation of postmortem interval resulting from wrapping of the corpse: a case study from Hawaii. *Journal of Agricultural and Urban Entomology*, 9: 237-243.

Goff ML. 2010. Early postmortem changes and stages of decomposition. In: Amendt J, Campobasso CP, Goff ML, Grassberger M (Eds) Current concepts in forensic entomology. Dordrecht. Springer: 1-25.

Gómez Gómez A, Martín-Veja D, Botías-Talamantes C, Baz-Ramos A, Diaz-Aranda LM. 2007. La Entomología Forense en España: pasado, presente y perspectivas de futuro. Cuadernos de Medicina Forense, 13 (47): 21-32.

Granrud MA, Dabbs GR. 2012. A preliminary study of incisor exfoliation as an estimator of the postmortem interval using accumulated degree days. Forensic Science International, 220: e29-e32.

Grassberger M, Friedrich E, Reiter C. 2003. The blowfly *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) (Diptera: Calliphoridae) as a new forensic indicator in Central Europe. International Journal of Legal Medicine, 117: 75-81.

Grellner W, Glenewinkel, F. 1997. Exhumations synopsis of morphological and toxicological findings in relation to the postmortem interval. Survey on a 20-year period and review of the literature. Forensic Science International, 90: 139-159.

Gunn A. 2009. Essential Forensic Biology. 2nded. Wiley-Blackwell.

Gunn A, Bird J. 2011. The ability of the blowflies *Calliphora vomitoria* (Linnaeus), *Calliphora vicina* (Rob-Desvoidy) and *Lucilia sericata* (Meigen) (Diptera: Calliphoridae) and the muscid flies *Muscina stabulans* (Fallén) and *Muscina prolapsa* (Harris) (Diptera: Muscidae) to colonise buried remains. Forensic Science International, 207: 198-204.

Gurafi LMA, Mohamed EAER. 2012. Decomposition and arthropod Succession on two monkeys (*Cercopithecus aethiopicus*). Sudan Journal of Science, 5(1): 2-7

[H]

Haglund WD. 1997a. Dogs and Coyotes; postmortem involvement with human remains. In: Haglund WD, Sorg MH (Eds) Forensic Taphonomy: The Postmortem Fate of Human Remains. Boca Raton, CRC Press: 367-381.

Haglund WD. 1997b. Rodents and human remains. In: Haglund WD, Sorg MH (Eds) Forensic Taphonomy: The Postmortem Fate of Human Remains. Boca Raton, CRC Press: 405-414.

Haglund WD, Sorg MH. 1997. Introduction to forensic Taphonomy. In: Haglund WD, Sorg MH (Eds) *Forensic Taphonomy: The Postmortem Fate of Human Remains*. Boca Raton, CRC Press: 1–9.

Haglund W. 2003. Forensic Taphonomy. In: James SH, Nordby JJ (Eds) *Forensic Science. An Introduction to Scientific and Investigate Techniques*. Boca Raton, CRC Press: 99-115.

Haglund WD, MH Sorg. 2002. *Advances in forensic Taphonomy: method, theory and archaeological perspectives*. Boca Raton, CRC Press.

Hall RD. 1990. Medicocriminal entomology. In: Catts EP, Haskell NH (Eds) *Entomology and death*. Forensic Entomology Associates: 1–8.

Harish D, Sharma BR. 2005. Taphonomy in forensic practice: a hitherto uncharted field. *Journal of Punjab academy of forensic medicine & toxicology*, 5: 30-31.

Haskell NH, Hall RD, Cervenka VJ, Clark MA. 1997. On the body: insects' life stage presence, their postmortem artefacts. In: Haglund WD, Sorg MH (Eds) *Forensic Taphonomy: the postmortem fate of human remains*. Boca Raton, CRC Press: 415–448.

HauTEO C, Hamzah SPA, Osman K, Ghani AAA, Hamzah NH. 2013. Post mortem changes in relation to different types of clothing. *Malasyian Journal of Pathology*, 35(1): 77-85.

Hedges R. 2002. Bone diagenesis: an overview of processes. *Archaeometry* 44: 319–328.

Higley LG, Haskell NH. 2001. Insect development and forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations. In: Byrd JJ, Castner JL (Eds) *Forensic Entomology*. Boca Raton, CRC Press: 287–302.

Honda JY, Brundage A, Happy C, Kelly SC, Melinek J. 2008. New records of carrion feeding insects collected on human remains. *the pan-pacific entomologist*, 84(1): 29-32.

Hopkins DW. 2008. The role of soil organisms in terrestrial decomposition. In: Tibbett M, Carter DO (Eds) *Soil analysis in forensic Taphonomy. Chemical and biological effects of buried human remains*. Boca Raton, CRC Press: 53-66.

Hopkins DW, Wiltshire P, Turner B. 2000. Microbial characteristics of soil from graves: an investigation at the interface of soil microbiology and forensic science. *Applied Soil Ecology*, 14:283–288.

Horenstein MB, Linhares AX, Ferradas BRD, García D. 2010. Decomposition and Diptera succession in pig carrion in central Argentina: ecological aspects and their importance in forensic science. *Medical and Veterinary Entomology*, 24: 16-25.

[I]

Iscan MY, Steyn M. 2013. *The Human Skeleton in Forensic Medicine*. 3rd ed. Springfield: C. C. Thomas: 11-51.

[J]

Janaway RC, Percival SL, Wilson AS. 2009a. Decomposition of human remains. In: Percival SL (Eds) *Microbiology and Aging: Clinical Manifestations*. Springer, New York: 313–334.

Janaway RC, Wilson AS, Carpio Diaz G, Guillen S. 2009b. Taphonomic changes to the buried body in arid environments: an experimental case study in Peru. In: Ritz K, Dawson L, Miller D (Eds) *Criminal and Environmental Soil Forensics*. Springer, London: 341–356.

Janjua MA, Rogers TL. 2008. Bone weathering patterns of metatarsal versus femur and the postmortem interval in southern Ontario. *Forensic Sciences International*, 178: 16-23.

Joseph I, Mathew DG, Sathyan P, Vargheese G. 2011. The use of insects in forensic investigations: An overview on the scope of forensic entomology. *Journal of Forensic Dental Sciences*, 3(2): 89-91.

[K]

Kasper J, Mumm R, Ruther J. 2012. The composition of carcass volatile profiles in relation to storage time and climate conditions. *Forensic Science International*, 223: 64-71.

Knight B, Saukko P. 2004. *Knight's Forensic pathology*. 3rd ed. Edward Arnold, London.

Kocarek P. 2003. Decomposition and Coleoptera succession on exposed carrion of small mammal in Opava, Czech Republic. *European Journal Soil Biology*, 39: 31–45.

Komar D. 1999. Forensic Taphonomy in a cold climate region: a field study in central Alberta and a potential new method of determining time since death. Tese de Doutoramento em Filosofia, Departamento de Antropologia, Universidade de Alberta. Canadá.

[L]

Lacel AM, Tomanik M, Pezowicz C, Spiak Z. 2015. Application of Micro-CT in Evaluation of Early Diagenetic Changes of Animal Bone. Póster apresentado em II Bioanthropological Meeting. Coimbra.

Lopes SFT. 2012. Forensic entomology: dna barcoding for coleoptera identification. Tese de Mestrado em Biologia Humana e Ambiente. Faculdade de Ciências. Universidade de Lisboa. Lisboa.

Lyman RL. 2002. Foreword. In: Haglund WD, Sorg MH. (Eds) Advances in Forensic Taphonomy: method, theory and archaeological perspectives. Boca Raton, CRC Press: 15-17.

Lyman RL. 2010. What Taphonomy is, what it isn't, and why taphonomists should care about the difference. Journal of Taphonomy, 8: 1-16.

[M]

Marques AMA. 2012. Entomologia forense: análise da entomofauna em cadáver de sus scrofa (Linnaeus), na região de Oeiras, Portugal. Tese de Mestrado em Biologia Humana e Ambiente. Faculdade de Ciências. Universidade de Lisboa. Lisboa.

Mariani R, García-Mancuso R, Varela GL, Inda AM. 2014. Entomofauna of a buried body: Study of the exhumation of a human cadaver in Buenos Aires, Argentina. Forensic Science International, 237: 19-26.

Martins E. 2009. Análise dos processos de decomposição e sucessão ecológica em carcaças de suíno (sus scrofa l.) Mortos por disparo de arma de fogo e overdose de cocaína e protocolo de procedimento diante de corpo de delito. Tese de Mestrado. Instituto de Biociências de Botucatu. Universidade Estadual Paulista. São Paulo. Brasil.

Matuszewski S. 2011. Estimating the pre-appearance interval from temperature in *Necrodes littoralis* L. (Coleoptera: *Silphidae*). Forensic Journal International, 212: 180-188.

Matuszewski S, Szafalowicz M. 2013. Temperature-dependent appearance of forensically useful beetles on carcasses. Forensic Science International, 229: 92-99.

Matuszewski S, Bajerlein D, Konwerski S, Szpila K. 2008. An initial study of insect succession and carrion decomposition in various forest habitats of Central Europe. *Forensic Science International*, 180: 61-69.

Matuszewski S, Bajerlein D, Konwerski S, Szpila K. 2010a. Insect succession and carrion decomposition in selected forests of Central Europe. Part 1: pattern and rate of decomposition. *Forensic Science International*, 194: 85–93.

Matuszewski S, Bajerlein D, Konwerski S, Szpila K. 2010b. Insect succession and carrion decomposition in selected forests of Central Europe. Part 2: Composition and residency patterns of carrion fauna. *Forensic Science International*, 195: 42-51.

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.

Matuszewski S, Szafalowicz M, Jarmusz M. 2013. Insects colonising carcasses in open and forest habitats of Central Europe: Search for indicators of corpse relocation. *Forensic Science International*, 231: 234-239.

Megyesi MS, Nawrocki SP, Haskell NH. 2005 Using accumulated degree-days to estimate the postmortem interval from decomposed human remains. *Journal of Forensic Sciences*, 50: 618-626.

Meyer J, Anderson B, Carter DO. 2013. Seasonal Variation of Carcass Decomposition and Gravesoil Chemistry in a Cold (Dfa) Climate. *Journal of Forensic Sciences*, 58(5): 1175-1182.

Michaud JP, Majka CG, Privé JP, Moreau G. 2011. Natural and anthropogenic changes in the insect fauna associated with carcasses in the North American Maritime Iowlands. *Forensic Science International*, 207: 64-70.

Micozzi MS. 1986. Experimental study of postmortem change under field conditions: effects of freezing, thawing, and mechanical injury. *Journal of Forensic Sciences*, 31(3): 953–961.

Mise KM, Almeida LM, Moura MO. 2007. Levantamento da fauna de Coleoptera que habita a carcaça de *Sus scrofa* L., em Curitiba, Paraná. *Revista Brasileira de Entomologia*, 51 (3): 358-368.

Moses RJ. 2012. Experimental adipocere formation: implications for adipocere formation on buried bone. *Journal of Forensic Sciences*, 57: 589-595.

Myburgh J. 2010. Estimating the Post-mortem Interval using Accumulated Degree-Days in a South African Setting. Tese de Mestrado. Faculdade de ciências da Saúde. Universidade de Pretoria. África.

Myburgh J, Abbé ENL, Steyn M, Becker PJ. 2013. Estimating the Postmortem Interval (PMI) using Accumulated Degree-Days (ADD) in a temperate region of South Africa. *Forensic Science International*: e1-e6.

[N]

Nafte M. 2000. *Flesh and bone –An introduction to forensic anthropology*. Carolina Academic Press, Durham, NC.

Nawrocki SP. 1995. Taphonomic Processes in Historic Cemeteries. In: Grauer AL (Eds) *Bodies of Evidence. Reconstructing History Through Skeletal Analysis*. New York, Wiley-Liss: 49-68.

Nawrocki SP. 1996. *An Outline of Forensic Taphonomy*. University of Indianapolis Archeology & Forensics Laboratory.

Nawrocki SP. 2009 . *Forensic Taphonomy*. In: Blau S, Ubelaker DH (Eds) *Handbook of Forensic Anthropology e Archaeology*. Walnut Creek, Left Coast Press: 284-294.

Neher DA, Barbercheck ME, El-Allaf SM, Anas O. 2003. Effects of disturbance and ecosystem on decomposition. *Applied Soil Ecology*, 23: 165-179.

Niederegger S, Schermer J, Höfig J, Mall G. 2014. Case report: Time of death estimation of a buried body by modeling a decomposition matrix for a pig carcass. *Legal Medicine*, 17: 34-38.

Nielsen-Marsh CM, Smith C, Jans MME, Nord A, Kars H, Collins M. 2007. Bone diagenesis in the European Holocene II: taphonomic and environmental considerations, *Journal of Archaeological Science*, 34: 1523–1531.

[O]

Oliveira-Costa J, Mello-Patiu C. 2004. Application of Forensic Entomology to estimate of the postmortem interval (PMI) in homicide investigations by the Rio de Janeiro Police Department in Brazil, *Journal of Forensic Medicine and Toxicology*, 5: 40–44.

Özdemir S, Sert O. 2009. Determination of Coleoptera fauna on carcasses in Ankara province, Turkey. *Forensic Science International*, 183: 24-32.

[P]

Pakosh CM, Rogers TL. 2009. Soft tissue decomposition of submerged, dismembered pig limbs enclosed in plastic bags. *Journal of Forensic Sciences*, 54: 1223-1228.

Payne JA. 1965. A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus. *Ecology*, 46: 592-602.

Pechal JL, Benbow ME, Crippen TL, Tarone AM, Tomberlin JK. 2014. Delayed insect access alters carrion decomposition and necrophagous insect community assembly. *Ecosphere*, 5(4): 1-21.

Perotti MA, Braig HR. 2009. Phoretic mites associated with animal and human decomposition. *Experimental and Applied Acarology* 5-124.,

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, Human Press : 85-116.

Pinheiro J, Cunha E. 2006. Forensic Investigation of Corpses in Various States of Decomposition: A Multidisciplinary Approach. In: Schmit A, Cunha E, Pinheiro J (eds) *Forensic Anthropology and Medicine, Complementary sciences from recovery to cause of death*. Tottowa, Human Press : 159-196.

Pinheiro DS, Reis AAS, Jesuíno RSA, Silva HVM. 2012. Variáveis na estimativa do intervalo pós-morte por métodos de entomologia forense. *Enciclopédia Biosfera*, 8 (14): 1142-2012.

Poposka V, Gutevska A, Stankov A, Pavlovski G, Jakovski Z, Janeska B. 2013. Estimation of Time Since Death by using Algorithm in Early Postmortem Period. *Global Journal of Medical Research Interdisciplinary*, 13(3): 17-26.

Portugal. Conselho Nacional de ética para as Ciências da Vida. Parecer CNECV/2011 nº62, de 16 de Dezembro de 2011. Dispõem sobre os Aspetos Éticos da Experimentação Animal. Disponível em: http://www.cnecv.pt/admin/files/data/docs/1324661716_P%20062%20CNECV%202011.pdf. Acedido a 20 de Julho de 2015.

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

Prado e Castro C, Arnaldos MI, Sousa JP, García MD. 2011a. Preliminary study on a community of Sarcosaprophagous Diptera in Central Portugal. *Entomology General*, 33(3): 183-198.

Prado e Castro C, Sousa JP, Arnaldos MI, , Gaspar J, García MD. 2011b. Blowflies (Diptera: Calliphoridae) activity in sun exposed and shaded carrion in Portugal. *Annales de la Société entomologique de France (N.S.): International Journal of Entomology*, 47: 128-139.

Prado e castro C, Serrano A, Silva PM, García MD. 2012. Carrion flies of forensic interest: a study of seasonal community composition and succession in Lisbon, Portugal. *Medical and Veterinary Entomology*, 26: 417-431.

Prieto JL, Magaña C, Ubelaker DH. 2004. Interpretation of Postmortem Change in Cadavers in Spain. *Journal of Forensic Sciences*, 49(5): 1-6.

[Q]

Querido, D. 1998. A preliminary investigation into postmortem changes in skinfold impedance during the early postmortem period in rats. *Forensic Science International*, 96: 107-114.

[R]

Rodriguez WR. 1997. Decomposition of buried and submerged bodies. In: Haglund WD, Sorg MA (Eds) *Forensic Taphonomy: the postmortem fate of human remains*. Boca Raton, CRC Press: 459-467.

Rogers CJ. 2010. Dating death: Forensic Taphonomy and the postmortem interval. Tese de Doutoramento apresentada à Universidade de Wolverhampton. Reino Unido.

Ross AH, Cunningham SL. 2011. Time-since-death and bone weathering in a tropical environment. *Forensic Science International*, 204:126-133.

[S]

Santos A. 2004. *Tanatologia Forense*. Porto: Faculdade de Medicina da Universidade do Porto.

Schoenly K, Haskell NH, Hall RD, Gbur JR. 2007. Comparative performance and complementarity of four sampling methods and arthropod preference tests from human and porcine remains at the forensic anthropology Center in Knoxville, Tennessee. *Journal of Medical Entomology*, 44: 881–894.

Schotsmans EM, Van de Voorde W, De Winne J, Wilson, AS. 2011. The impact of shallow burial on differential decomposition to the body: a temperate case Study. *Forensic Science International*, 206: e43-e48.

Schultz JJ, Collins ME, Falsetti AB. 2006. Sequential Monitoring of Burials Containing Large Pig Cadavers Using Ground-Penetrating Radar. *Journal of Forensic Sciences*, 51(3): 607-616.

Segura NA, Usaquén W, Sánchez MC, Chuaire L, Bello F. 2009. Succession pattern of cadaverous entomofauna in a semi-rural area of Bogotá, Colombia. *Forensic Science International*, 187: 66-72.

Silva JCGE, Durães N, Cortez D, Bobos I, Algarra M, Rodríguez-Borges JE. 2009. Factores ambientais para a formacao de adipocera em cadáveres. *GEOlogos, Ciclo de Coonferências “As Ciencias Exatas e Naturais na Investigação Forense”*, 8: 25-31.

Simmons T, Adlam RE, 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 PS, Micozzi MC. 1997. Autopsied, embalmed, and preserved human remains: distinguishing features in forensic and historic contexts. In: Haglund WD, Sorg MH (eds) *Forensic Taphonomy: the postmortem fate of human remains*. Boca Raton, CRC Press: 483-495.

Sledzik PS. 1998. *Forensic Taphonomy: Postmortem Decomposition and Decay*. In: Reichs KJ (Eds) *Forensic Osteology. Advances in the Identification of Human Remains*. Charles C. Thomas Publisher, Springfield: 109-119.

Smith KGV. 1986. *A manual of forensic entomology*. British Museum, London.

Sorg MH, Haglund WD. 2002. *Advancing Forensic Taphonomy: Purpose, Theory, and Process*. In: Haglund WD, Sorg MH (Eds) *Advances in Forensic Taphonomy: Method, Theory, and Archaeological Perspectives*. Boca Raton, CRC Press: 3-29.

Stejskal SM. 2013. *Death, Decomposition, and Detector Dogs. From Science to Scene*. Boca Raton, CRC Press.

Stodder ALW. 2008b. Taphonomy and the Nature of Archaeological Assemblages. In: Katzenberg MA, Saunders SR (Eds) *Biological Anthropology of the Human Skeleton*. Wiley-Liss: 71-114.

Stokes KL, Forbes SL, Benninger LA, Carter DO, Tibbett M. 2009. Decomposition Studies Using Animal Models in Contrasting Environments: Evidence From Temporal Changes in Soil Chemistry and Microbial Activity. In: Ritz K, Dawson L, Miller D (Eds) *Criminal and Environmental Soil Forensics*. Springer: 357-378.

Sutherland A, Myburgh J, Steyn M, Becker PJ. 2013. The effect of body size on the rate of decomposition in a temperate region of South Africa. *Forensic Science International*, 231: 257-262.

[T]

Takebe Y. 2007. A comprehensive case report of University of Montana Forensic Collection Case #141. Master of Arts in Forensic Anthropology, University of Montana. Missoula.

Tibbett M. 2010. Blood, guts, gore and soil: decomposition processes in graves and forensic taphonomic applications. 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World. Austrália.

Tibbett M, Carter DO. 2009. Research in Forensic Taphonomy: A Soil-Based Perspective. In: Ritz K, Dawson L, Miller D (Eds) *Criminal and Environmental Soil Forensics*. Springer: 317-332.

Tracqui A. 2000. Time since death. In: Siegel J, Knupfer G, Saukko P (Eds) *Encyclopedia of Forensic Sciences*, London Academic Press: 1357–1363.

Tsokos M. 2005. Postmortem changes. In: Payne-James J, Byard RW, Corey TS, Henderson C (Eds). *Encyclopedia of forensic and legal medicine*. Amsterdam: Elsevier Ltd: 456-482.

Tumer AR, Karacaoglu E, Namli A, Keten A, Farasat S, Akcan O, Sert O, Odabasi AB. 2013. Effects of different types of soil on decomposition: An experimental study. *Legal Medicine*, 15: 149-156.

[U]

Ubelaker DH. 1997. Taphonomic Applications in Forensic Anthropology. In: Haglund WD, Sorg MH (Eds) *Forensic Taphonomy: the postmortem fate of human remains*. Boca Raton, CRC Press: 90-103.

Ubelaker DH. 2008. Forensic Anthropology: Methodology and Diversity of Applications. In: Katzenberg MA, Saunders SR (Eds) Biological Anthropology of the Human Skeleton. Wiley-Liss: 41-70.

Ubelaker DH. 2013. Postmortem interval. In: Siegel JA, Pekka J (Eds) Encyclopedia of Forensic Sciences. 2nd ed. Waltham: 24-27.

[V]

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

Vitta A, Pumidonming W, Tangchaisuriya U, Poodendean C, Nateeworanart S. 2007. A preliminary study on insects associated with pig (*Sus scrofa*) carcasses in Phitsanulok, northern Thailand. Tropical Biomedicine, 24(2): 1-5.

[W]

Wang J, Li Z, Chen Y, Chen Q, Yin C. 2008. The succession and development of insects on pig carcasses and their significances in estimating PMI in south China. Forensic Science International, 179: 11-18.

Watson EJ, Carlton CE. 2003. Spring succession of necrophilous insects on wildlife carcasses in Louisiana. Journal of Medical Entomology, 40: 338–347.

Watson EJ, Carlton CE. 2005. Insect succession and decomposition of wildlife carcasses during fall and winter in Louisiana. Journal of Medical Entomology, 42: 193-203.

Wells JD, LaMotte LR. 2009. Estimating the post mortem interval. In: Byrd JH, Castner JL (Eds) Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations. 2nd ed. Boca Raton, CRC Press: 367–388.

White TD, Folkens PA. 2005. The Human Bone Manual. Elsevier, Academic Press

[Z]

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.

Tabela A1 - Scores de decomposição da cabeça e pescoço (Megyesi *et al.*, 2005; adaptado).

Stage	Points	Description (head and neck)
Fresh	1	Fresh, no discoloration
Early decomposition	2	No skin discoloration, maggots visible
	3	Some flesh relatively fresh, fur loss
	4	Discoloration, brownish, drying of nose and ears, and heavy maggot activity
Advanced decomposition	5	Purging of decompositional fluids, wet flesh
	6	Skin brown to black
	7	Caving in of flesh and tissues of eyes and throat
	8	Wet decomposition, bone exposure <50% scored area
Skeletonization	9	Dessication, bone exposure <50% scored area
	10	Bone exposure >50% scored area, wet tissue
	11	Bone exposure >50% scored area, dessicated tissue, incisor loss, and disarticulation

Tabela A2 - Scores de decomposição do tronco (cintura escapular, tórax, abdómen e cintura pélvica) (Megyesi *et al.*, 2005; adaptado).

Stage	Points	Description (abdomen, including pectoral and pelvic girdle)
Fresh	1	Fresh, no discoloration
Early decomposition	2	Skin appears fresh, fly eggs, few maggots
	3	Flesh appears red-brown, small amount fur loss (<30%)
	4	Bloating, purging of decompositional fluids, heavy maggot activity
Advanced decomposition	5	Bloat lost, severe fur loss (>70%), heavy maggot activity
	6	Wet decay, abdominal collapse where internal structure lost, flesh grey green
	7	Wet decay, bone exposure <50% scored area
	8	Surface mummification, bone exposure <50% scored area
Skeletonization	9	Black skin, bones greasy, body fluids occasionally present
	10	Bones with dessicated black skin over <50% scored area
	11	Bones largely dry and white, mummified skin
	12	Bones beginning to weather

Tabela A3 - Scores de decomposição dos membros superiores e inferiores (Megyesi *et al.*, 2005; adaptado).

Stage	Points	Description (limbs)
Fresh	1	Fresh, no discoloration
Early decomposition	2	Flesh appears fresh, some maggots
	3	Some flesh still fresh, fur loss
	4	Discoloration of skin to brown, drying of extremities
Advanced decomposition	5	Black skin, leathery appearance
	6	Wet decomposition, bone exposure <50% scored area
Skeletonization	7	Wet decomposition, some disarticulation
	8	Bone exposure >50% scored area, dry papery skin
	9	Bones largely dry and disarticulating
	10	Bones dry and white

Tabela A4 - Estádios de esqueletização (Behrensmeyer, 1978; adaptado).

Estádio	Descrição
0	Cadáver ainda com tecidos moles ou a iniciar a esqueletização
1	Algumas fendas começam a surgir ao longo do comprimento dos ossos longos, apesar de poderem ainda estar presentes restos de tecidos moles
2A	A camada mais superficial do osso começa a escamar; podem ainda estar presentes tecidos moles
2B	A camada mais superficial do osso escamou por completo
3	A camada mais superficial do osso desapareceu; as camadas mais profundas de osso compacto (1,0-1,5mm) estão fibrosas
4	O osso compacto continua com aspecto fibroso e áspero ao toque; podem ocorrer lascas de osso; cavidade interna começa a apresentar desgaste
5	Ossos trabecular exposto; o osso começa a desfazer-se e a perder a forma original

Tabela A5 - Categorias e estádios de decomposição (Galloway *et al.*,1989 e Galloway, 1997; adaptado).

Estádio	Descrição
A	Fresco (...)
B	Decomposição Inicial (...)
C	Decomposição Avançada (...)
C2	Decomposição húmida com alguma exposição de osso
C3	Mumificação com manutenção das estruturas internas
C4	Mumificação dos tecidos exteriores, com os órgãos internos perdidos devido a putrefacção e/ou actividade de insectos
C5	Mumificação com exposição de osso em menos de metade do esqueleto
C6	Desenvolvimento de adipocera
D	Esqueletização
D1	Ossos com substâncias gordurosas e tecido decomposto; fluidos corporais podem ainda estar presentes
D2	Ossos com tecido seco ou mumificado cobrindo menos de metade do esqueleto
D3	Ossos mais ou menos secos, mas ainda preservando alguma gordura
D4	Ossos secos
E	Decomposição extrema
E1	Esqueletização com branqueamento
E2	Esqueletização com exfoliação
E3	Esqueletização com perda das metáfises dos ossos longos e exposição do tecido trabecular vertebral

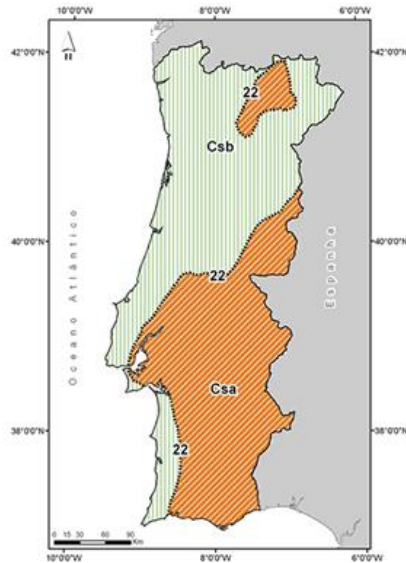


Figura A1 - Clima de Portugal Continental, segundo a classificação de Köppen (<https://www.ipma.pt/pt/educativa/tempo.clima/index.jsp?page=clima.pt.xml>; acessido a 1 de Dezembro de 2014).

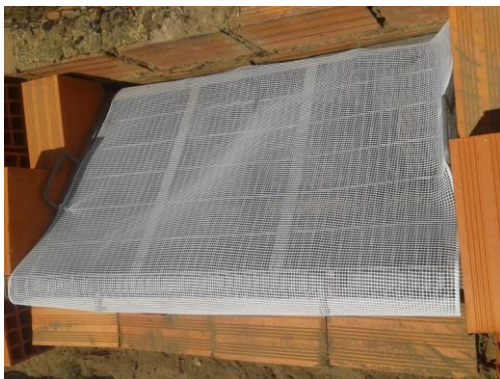


Figura A2 - Visão geral da estrutura metálica e da rede plástica que protegia a carcaça nº1 no D0.



Figura A4 – Carcaça nº3 inumada diretamente no solo no D0.



Figura A3 – Carcaça nº2 após a sua deposição na sepultura previamente aberta no D0. Posteriormente foi construída uma estrutura a simular uma casa.



Figura A5 – Carcaça nº4 deposta à superfície mas protegida por uma estrutura a simular uma casa no D0.

Ficha de registo

Nº ____ Data _____ Hora ____

Descrição das carcaças (coloração, presença de insetos e/ou larvas, libertação de fluidos, outras alterações)

Nº da carcaça 1

Nº da carcaça 4

Estado de decomposição

Descrição

Registo fotográfico Sim Não

Notas

Figura A6 - Ficha de registo elaborada pela autora.

Agricultor

Liliana Alexandra Simões Cravo
Rua de Trás
3780-021 Amoreira de Gândara AND

CALCOB - Coop Agric Concelho Oliveira do Bairro

3770 Oliveira do Bairro

Propriedade

Parcela
Única

Cultura

Promotor Técnico

Cristina Barbosa, Eng^a
Telefone 962 525 821

Produção esperada

Amostra N°1493260347

RESULTADOS LABORATORIAIS

Textura de campo		Ligeira
pH (H ₂ O)	4.7	Ácido
Necessidade em cal	8 000.0 kg/ha	
Carbonatos	0.0 %	Não calcário
Matéria orgânica	1.2 %	Baixo
Fósforo (P ₂ O ₅ -Egner- Riehm)	97.7 ppm	Médio
Potássio (K ₂ O-Egner- Riehm)	93.6 ppm	Médio

COMENTÁRIOS

Caso seja referida aplicação de calcário na "Necessidade em cal" recomendamos o Correctivo Calcário FERTICAL na dose indicada ou a aplicação do Correctivo Alcalinizante Calcário CORBIGRAN MAGNÉSIO, devendo neste caso a dose ser reduzida para um terço (1/3) da recomendada.

Não foi especificada qualquer cultura, pelo que não foi elaborado conselho de adubação.



D.C. - Apoio Técnico
Estrada Nacional n.º 10 • Apartado 88
2610-907 Alentejo do Ribatejo
Tel: 210 400 400 - Fax: 210 400 305
www.agricultura.gov.pt/adp/fertilizantes.pt

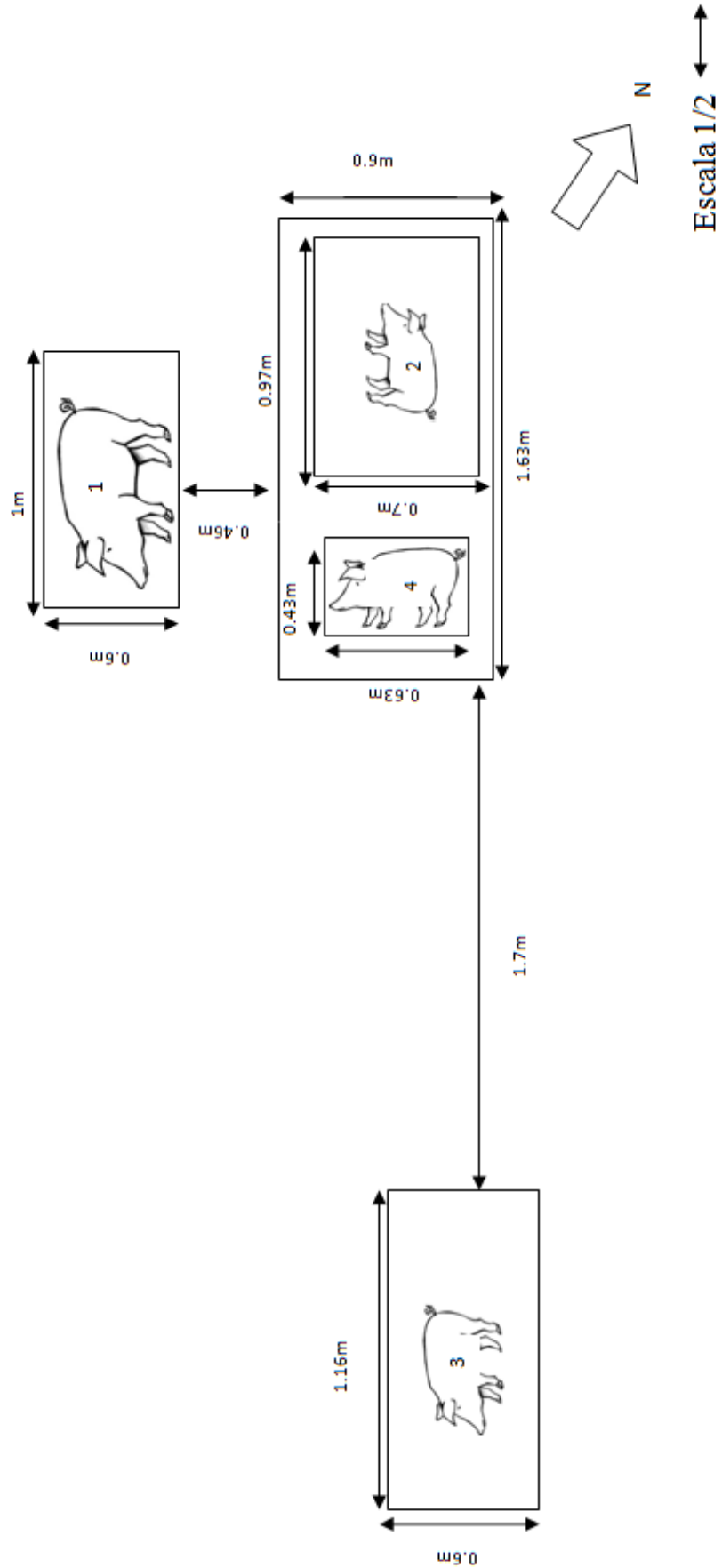


Figura A8 – Croqui elaborado pela autora para esboçar o posicionamento e as distâncias entre as carcaças.

Agricultor

Liliana Alexandra Simões Cravo
Rua de Trás, 13
3780-021 Amoreira de Gândara AND

CALCOB - Coop Agríc Concelho Oliveira do Bairro

3770 Oliveira do Bairro

Propriedade

Parcela

Número 3

Cultura

Promotor Técnico

Cristina Barbosa, Eng^a
Telefone 962 525 821

Produção esperada

Amostra N°1593260345

RESULTADOS LABORATORIAIS

Textura de campo		Ligeira
pH (H ₂ O)	4.6	Ácido
Necessidade em cal	8 000.0 kg/ha	
Carbonatos	0.0 %	Não calcário
Matéria orgânica	2.0 %	Médio
Fósforo (P ₂ O ₅ -Egner- Riehm)	606.0 ppm	Muito Alto
Potássio (K ₂ O-Egner- Riehm)	206.4 ppm	Muito Alto

COMENTÁRIOS

Caso seja referida aplicação de calcário na "Necessidade em cal" recomendamos o Correctivo Calcário FERTICAL na dose indicada (não ultrapassando os 5000 kg/ha/ano) ou a aplicação do Correctivo Alcalinizante Calcário CORBIGRAN MAGNÉSIO, devendo neste caso a dose ser reduzida para um terço (1/3) da recomendada.

Não foi especificada qualquer cultura, pelo que não foi elaborado conselho de adubação.

Empresa Certificada
ISO 9001: 2008



D.C. - Apoio Técnico
Estrada Nacional nº10 - Apartado 88
2616-907 Alverca do Ribatejo
Tel: 210 300 400 - Fax: 210 300 505
susanagomes@adp.fertilizantes.pt

www.adp.fertilizantes.pt

2015.04.24

Página 1

Os conselhos de adubação são fundamentados na experimentação efectuada pela ADP Fertilizantes desde 1962, mas não constituem por si só garantia absoluta dos resultados pretendidos, devendo ser adaptados às condições edafo-climáticas de cada região e à experiência local na utilização de adubos.

Figura A9 – Resultados da segunda amostra de solo proveniente da sepultura n°3.

Tabela A6 – Estado do tempo durante os nove meses de estudo de acordo com o IMPA.

Dia. Mês	Temp. Máxima	Temp. Mínima	Média das temperaturas	Estado do tempo	Vento	Observações	
D0	21.06.2014	23°C	15°C	19°C	Aguaceiros	Fraco, Sudoeste	DIA DA INUMAÇÃO Chuva forte durante a tarde acalmando ao início da noite
D1	22.06	23°C	13°C	18°C	Aguaceiros	Fraco, Noroeste	Períodos de chuva durante a tarde
D2	23.06	21°C	13°C	17°C	Chuva moderada	Fraco, Norte	Períodos de chuva durante a tarde
D3	24.06	21°C	14°C	17,5°C	Céu muito nublado	Fraco, Noroeste	Aguaceiros fracos durante a manhã
D4	25.06	20°C	14°C	17°C	Céu muito nublado	Moderado, Noroeste	
D5	26.06	22°C	14°C	18 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Noroeste	
D6	27.06	21°C	13°C	17 °C	Céu com períodos de muito nublado	Fraco, Noroeste	
D7	28.06	19°C	13°C	16 °C	Aguaceiros	Moderado, Noroeste	Períodos de chuva fraca da parte da manhã
D8	29.06	20°C	12°C	16 °C	Céu pouco nublado	Moderado, Noroeste	
D9	30.06	20°C	11°C	15,5 °C	Céu pouco nublado	Moderado, Noroeste	
D10	01.07	20°C	14°C	17 °C	Céu com períodos de muito nublado	Moderado, Noroeste	Chuviscos da parte da manhã
D11	02.07	21°C	14°C	17,5 °C	Aguaceiros	Moderado, Noroeste	Chuviscos apenas durante a madrugada
D12	03.07	25°C	15°C	20 °C	Céu pouco nublado	Moderado, Noroeste	
D13	04.07	23°C	15°C	19 °C	Céu pouco nublado	Moderado, Noroeste	Chuviscos apenas aquando da observação
D14	05.07	22°C	14°C	18 °C	Céu com períodos de muito nublado	Moderado, Noroeste	Chuviscos no início da noite
D15	06.07	21°C	13°C	17 °C	Céu com períodos de muito nublado	Moderado, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Chuviscos da parte da manhã
D16	07.07	21°C	13°C	17 °C	Céu limpo	Moderado, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D17	08.07	22°C	13°C	17,5 °C	Céu limpo	Moderado, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D18	09.07	33°C	12°C	22,5 °C	Céu limpo	Fraco, Norte	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D19	10.07	28°C	18°C	23 °C	Céu limpo	Fraco, Nordeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D20	11.07	29°C	19°C	24 °C	Céu limpo	Moderado, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D21	12.07	28°C	15°C	21,5 °C	Céu limpo	Moderado, Noroeste	

D22	13.07	27°C	15°C	21 °C	Céu pouco nublado	Moderado, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D23	14.07	30°C	14°C	22 °C	Céu limpo	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D24	15.07	29°C	16°C	22,5 °C	Céu limpo	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D25	16.07	31°C	14°C	22,5 °C	Céu limpo	Fraco, Oeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D26	17.07	26°C	14°C	20 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D27	18.07	26°C	14°C	20 °C	Céu muito nublado	Fraco, Oeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D28	19.07	23°C	18°C	20,5 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Oeste	Chuva durante todo o dia acalmando ao fim da tarde
D29	20.07	25°C	16°C	20,5 °C	Céu limpo	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D30	21.07	28°C	12°C	20 °C	Céu limpo	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D31	22.07	32°C	14°C	23 °C	Céu limpo	Fraco, Oeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D32	23.07	26°C	16°C	21 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D33	24.07	26°C	16°C	21 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D34	25.07	29°C	17°C	23 °C	Céu limpo	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D35	26.07	30°C	16°C	23 °C	Céu limpo	Fraco, Oeste	
D36	27.07	31°C	17°C	24 °C	Céu limpo	Fraco, Oeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D37	28.07	28°C	17°C	22,5 °C	Céu com períodos de muito nublado	Fraco, Oeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D38	29.07	34°C	16°C	25 °C	Céu limpo	Fraco, Nordeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D39	30.07	36°C	22°C	29 °C	Céu limpo	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D40	31.07	31°C	16°C	23,5 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Oeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D41	01.08	27°C	16°C	21,5 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D42	02.08	25°C	16°C	20,5 °C	Chuva fraca	Fraco, Oeste	Não choveu durante todo o dia
D43	03.08	25°C	18°C	21,5 °C	Céu limpo	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Chuva durante a madrugada
D44	04.08	26°C	12°C	19 °C	Céu limpo	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D45	05.08	28°C	15°C	21,5 °C	Céu limpo	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D46	06.08	27°C	16°C	21,5 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D47	07.08	29°C	17°C	23 °C	Céu limpo	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D48	08.08	27°C	18°C	22,5 °C	Céu muito nublado	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR

D49	09.08	29°C	19°C	24 °C	Céu com períodos de muito nublado	Fraco, Oeste	
D50	10.08	28°C	19°C	23,5 °C	Céu muito nublado	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D51	11.08	27°C	18°C	22,5 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D52	12.08	28°C	14°C	21 °C	Céu muito nublado	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D53	13.08	25°C	14°C	19,5 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Noroeste	Aguaceiros ao final do dia DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Vento relativamente forte durante a tarde e a noite
D54	14.08	27°C	12°C	19,5 °C	Céu limpo	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Vento relativamente forte durante a tarde e a noite
D55	15.08	27°C	13°C	20 °C	Céu limpo	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D56	16.08	32°C	11°C	21,5 °C	Céu limpo	Fraco, Norte	
D57	17.08	36°C	16°C	26 °C	Céu limpo	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D58	18.08	31°C	15°C	23 °C	Céu limpo	Fraco, Oeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D59	19.08	29°C	14°C	21,5 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D60	20.08	27°C	16°C	21,5 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D61	21.08	27°C	15°C	21 °C	Céu com períodos de muito nublado	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D62	22.08	27°C	15°C	21 °C	Céu limpo	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D63	23.08	28°C	13°C	20,5 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Noroeste	
D64	24.08	27°C	12°C	19,5 °C	Céu limpo	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D65	25.08	29°C	12°C	20,5 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D66	26.08	29°C	18°C	23,5 °C	Céu com períodos de muito nublado	Fraco, Oeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Chuva fraca durante a manha
D67	27.08	29°C	19°C	24 °C	Céu limpo	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D68	28.08	28°C	17°C	22,5 °C	Céu com períodos de muito nublado	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Chuviscos ao final do dia
D69	29.08	29°C	14°C	21,5 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D70	30.08	30°C	16°C	23 °C	Céu limpo	Fraco, Noroeste	
D71	31.08	33°C	16°C	24,5 °C	Céu limpo	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D72	01.09	36°C	16°C	26 °C	Céu limpo	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D73	02.09	32°C	16°C	24 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Oeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR

D74	03.09	29°C	16°C	22,5 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Oeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Céu muito nublado
D75	04.09	30°C	16°C	23 °C	Céu muito nublado	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D76	05.09	30°C	16°C	23 °C	Aguaceiros	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D77	06.09	31°C	18°C	24,5 °C	Aguaceiros e trovoadas	Fraco, Sudoeste	Aquando a observação chuva fraca; Chuva durante a manha e parte da tarde
D78	07.09	26°C	20°C	23 °C	Chuva moderada	Fraco, Sul	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Chuva apenas durante a manha
D79	08.09	28°C	18°C	23 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Nordeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Aguaceiros fracos durante um pequeno período da manha
D80	09.09	30°C	17°C	23,5 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D81	10.09	28°C	16°C	22 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Sudeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D82	11.09	30°C	17°C	23,5 °C	Aguaceiros	Fraco, Sudeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Período de chuva até meio da tarde
D83	12.09	29°C	18°C	23,5 °C	Céu com períodos de muito nublado	Fraco, Sudoeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Período de chuva a meio da tarde
D84	13.09	28°C	18°C	23 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Noroeste	
D85	14.09	27°C	17°C	22 °C	Aguaceiros	Fraco, Sudeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Não choveu
D86	15.09	27°C	17°C	22 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Sudeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Períodos de chuva durante a tarde
D87	16.09	25°C	17°C	21 °C	Aguaceiros e trovoadas	Fraco, Sul	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D88	17.09	24°C	19°C	21,5 °C	Aguaceiros	Fraco, Sul	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Períodos de chuva forte durante a madrugada e a manha
D89	18.09	24°C	18°C	21 °C	Aguaceiros	Fraco, Sul	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Chuva moderada durante todo o dia
D90	19.09	24°C	17°C	20,5 °C	Aguaceiros	Fraco, Sul	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Não choveu durante todo o dia
D91	20.09	24°C	17°C	20,5 °C	Aguaceiros	Fraco, Sudeste	Aguaceiros fracos
D92	21.09	27°C	16°C	21,5 °C	Aguaceiros e trovoadas	Fraco, Oeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Não choveu durante todo o dia
D93	22.09	22°C	16°C	19 °C	Aguaceiros	Fraco, Sudeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR- - Chuva durante a madrugada e praticamente todo o dia
D94	23.09	25°C	14°C	19,5 °C	Aguaceiros	Fraco, Norte	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Não choveu
D95	24.09	27°C	14°C	20,5 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Não choveu
D96	25.09	29°C	14°C	21,5 °C	Céu limpo	Fraco, Nordeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D97	26.09	29°C	14°C	21,5 °C	Céu limpo	Fraco, Nordeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D98	27.09	28°C	14°C	21 °C	Aguaceiros e trovoadas	Fraco, Nordeste	Chuva durante a noite e ao final da tarde
D99	28.09	25°C	15°C	20 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Norte	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Não choveu

D100	29.09	25°C	15°C	20 °C	Céu limpo	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D101	30.09	28°C	12°C	20 °C	Céu limpo	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D102	01.10	32°C	13°C	22,5 °C	Céu limpo	Fraco, Norte	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D103	02.10	32°C	14°C	23 °C	Céu limpo	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D104	03.10	29°C	12°C	20,5 °C	Céu limpo	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D105	04.10	26°C	14°C	20 °C	Céu muito nublado	Fraco, Noroeste	
D106	05.10	23°C	14°C	18,5 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Não choveu
D107	06.10	24°C	16°C	20 °C	Períodos de chuva	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Chuva durante a tarde e ao final da noite
D108	07.10	23°C	16°C	19,5 °C	Aguaceiros	Fraco, Sudoeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Chuva a partir do final da tarde
D109	08.10	23°C	19°C	21 °C	Aguaceiros e trovoadas	Fraco, Sudoeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Períodos de chuva forte durante a manhã
D110	09.10	22°C	13°C	17,5 °C	Céu muito nublado	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D111	10.10	21°C	12°C	16,5 °C	Céu com períodos de muito nublado	Fraco, Oeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D112	11.10	23°C	14°C	18,5 °C	Céu com períodos de muito nublado	Fraco, Noroeste	Orvalho da noite
D113	12.10	21°C	15°C	18 °C	Aguaceiros	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Não choveu
D114	13.10	18°C	14°C	16 °C	Aguaceiros	Fraco, Sul	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Chuva com períodos de chuva forte, Períodos de vento forte até meio da tarde.
D115	14.10	20°C	11°C	15,5 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Sudeste	Chuva forte ao final da noite DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Chuva durante a madrugada e a manhã
D116	15.10	22°C	16°C	19 °C	Aguaceiros e trovoadas	Fraco, Sudoeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Períodos de chuva durante todo o dia. Vento moderado
D117	16.10	23°C	19°C	21 °C	Aguaceiros fortes	Fraco, Sul	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Não choveu
D118	17.10	24°C	18°C	21 °C	Aguaceiros	Fraco, Sul	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Períodos de chuva fraca a partir do final da tarde
D119	18.10	25°C	18°C	21,5 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Sudeste	Aguaceiros fracos durante a manhã
D120	19.10	29°C	15°C	22 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Este	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D121	20.10	32°C	19°C	25,5 °C	Céu limpo	Fraco, Este	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D122	21.10	31°C	15°C	23 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Este	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D123	22.10	29°C	14°C	21,5 °C	Céu muito nublado	Fraco, Este	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Sol durante todo o dia

D124	23.10	29°C	17°C	23 °C	Céu muito nublado	Fraco, Este	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Sol durante todo o dia
D125	24.10	30°C	15°C	22,5 °C	Céu com períodos de muito nublado	Fraco, Este	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D126	25.10	30°C	17°C	23,5 °C	Céu com períodos de muito nublado	Fraco, Este	
D127	26.10	27°C	13°C	20 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Oeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D128	27.10	26°C	12°C	19 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Sudeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Não choveu
D129	28.10	25°C	14°C	19,5 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Este	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Aguaceiros fracos pela manha
D130	29.10	27°C	16°C	21,5 °C	Céu limpo	Fraco, Este	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D131	30.10	28°C	14°C	21 °C	Céu limpo	Fraco, Sudeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D132	31.10	26°C	14°C	20 °C	Aguaceiros	Fraco, Sudoeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Chuva ao início da noite
D133	01.11	21°C	14°C	17,5 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Noroeste	Não choveu
D134	02.11	20°C	10°C	15 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Sul	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Período de chuva fraca durante a tarde
D135	03.11	18°C	12°C	15 °C	Aguaceiros fortes	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D136	04.11	15°C	9°C	12 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Aguaceiros fracos durante a manha
D137	05.11	16°C	6°C	11 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Não choveu
D138	06.11	16°C	6°C	11 °C	Aguaceiros	Fraco, Sul	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Período de aguaceiros fracos ao início da noite
D139	07.11	18°C	13°C	15,5 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Sudeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Períodos de chuva durante a madrugada; Período de chuva moderada ao final da manha
D140	08.11	17°C	10°C	13,5 °C	Aguaceiros	Fraco, Noroeste	
D141	09.11	16°C	7°C	11,5 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Sudeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Não choveu
D142	10.11	14°C	7°C	10,5 °C	Aguaceiros fortes	Fraco, Sul	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Aguaceiros fracos durante todo o dia
D143	11.11	17°C	12°C	14,5 °C	Aguaceiros	Fraco, Oeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Aguaceiros fracos até meio d manha; Aguaceiros moderados ao início da noite
D144	12.11	19°C	11°C	15 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Sul	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Aguaceiros moderados a partir do início da noite
D145	13.11	19°C	15°C	17 °C	Aguaceiros	Fraco, Sudoeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Chuva moderada desde a madrugada ate meio da manha; Aguaceiros fracos a moderados do início da tarde ate fim da tarde
D146	14.11	17°C	11°C	14 °C	Aguaceiros	Fraco, Sul	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Períodos de aguaceiros fortes
D147	15.11	16°C	9°C	12,5 °C	Aguaceiros	Fraco, Oeste	Período de chuva forte pela manha; Aguaceiros fracos todo o dia

D148	16.11	16°C	9°C	12,5 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Oeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Períodos de aguaceiros fortes ao início da noite
D149	17.11	17°C	10°C	13,5 °C	Céu com períodos de muito nublado	Fraco, Sudeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D150	18.11	17°C	8°C	12,5 °C	Aguaceiros	Fraco, Sudeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Aguaceiros fracos a fortes do início ao fim da noite
D151	19.11	16°C	11°C	13,5 °C	Aguaceiros	Fraco, Este	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D152	20.11	20°C	14°C	17 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Este	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Não choveu
D153	21.11	22°C	13°C	17,5 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Oeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Aguaceiros fracos ao início da noite
D154	22.11	18°C	11°C	14,5 °C	Aguaceiros	Fraco, Norte	Aguaceiros fracos ao final da tarde
D155	23.11	19°C	11°C	15 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Norte	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D156	24.11	20°C	11°C	15,5 °C	Céu com períodos de muito nublado	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D157	25.11	17°C	12°C	14,5 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Não choveu
D158	26.11	16°C	9°C	12,5 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Este	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Aguaceiros ao fim da tarde
D159	27.11	16°C	10°C	13 °C	Aguaceiros	Fraco, Sudeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Aguaceiros fracos a partir do início da noite
D160	28.11	14°C	10°C	12 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Este	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Não choveu
D161	29.11	17°C	5°C	11 °C	Céu com períodos de muito nublado	Fraco, Norte	
D162	30.11	17°C	8°C	12,5 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Nordeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Não choveu
D163	01.12	17°C	6°C	11,5 °C	Céu limpo	Fraco, Norte	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D164	02.12	16°C	4°C	10 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Norte	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D165	03.12	15°C	7°C	11 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Este	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Não choveu
D166	04.12	14°C	5°C	9,5 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Norte	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Não choveu
D167	05.12	14°C	4°C	9 °C	Céu limpo	Fraco, Este	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D168	06.12	14°C	3°C	8,5 °C	Céu limpo	Fraco, Norte	
D169	07.12	14°C	2°C	8 °C	Céu limpo	Fraco, Nordeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D170	08.12	14°C	2°C	8 °C	Céu limpo	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D171	09.12	13°C	1°C	7 °C	Céu com períodos de muito nublado	Fraco, Nordeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D172	10.12	14°C	1°C	7,5 °C	Céu com períodos de muito nublado	Fraco, Norte	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR

D173	11.12	14°C	1°C	7,5 °C	Céu com períodos de muito nublado	Fraco, Sudeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D174	12.12	13°C	4°C	8,5 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Sul	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Aguaceiros fracos a partir do meio da tarde
D175	13.12	13°C	1°C	7 °C	Aguaceiros	Fraco, Este	Aguaceiros durante a madrugada
D176	14.12	15°C	5°C	10 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Norte	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D177	15.12	13°C	4°C	8,5 °C	Céu muito nublado	Fraco, Norte	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D178	16.12	15°C	9°C	12 °C	Céu limpo	Fraco, Norte	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D179	17.12	14°C	6°C	10 °C	Céu com períodos de muito nublado	Fraco, Norte	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D180	18.12	13°C	3°C	8 °C	Céu limpo	Fraco, Nordeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D181	19.12	13°C	1°C	7 °C	Céu limpo	Fraco, Norte	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D182	20.12	14°C	1°C	7 °C	Céu limpo	Fraco, Este	
D183	21.12	15°C	5°C	10 °C	Céu limpo	Fraco, Este	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D184	22.12	16°C	5°C	10,5 °C	Céu limpo	Fraco, Este	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D185	23.12	15°C	5°C	10 °C	Céu limpo	Fraco, Este	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Céu nublado
D186	24.12	15°C	6°C	10,5 °C	Céu limpo	Fraco, Este	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D187	25.12	14°C	5°C	9,5 °C	Céu limpo	Fraco, Este	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D188	26.12	15°C	4°C	8 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D189	27.12	13°C	3°C	8 °C	Céu com períodos de muito nublado	Fraco, Noroeste	
D190	28.12	14°C	7°C	10,5 °C	Céu limpo	Fraco, Norte	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D191	29.12	11°C	3°C	7 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Este	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D192	30.12	13°C	5°C	9 °C	Céu limpo	Fraco, Este	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D193	31.12	13°C	4°C	8,5 °C	Céu com períodos de muito nublado	Fraco, Este	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D194	01.01.2015	16°C	2°C	9 °C	Céu limpo	Fraco, Este	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D195	02.01	15°C	2°C	8,5 °C	Céu com períodos de muito nublado	Fraco, Este	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D196	03.01	15°C	2°C	8,5 °C	Céu limpo	Fraco, Este	
D197	04.01	15°C	0°C	7,5 °C	Céu limpo	Fraco, Este	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D198	05.01	13°C	1°C	7 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Oeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR

D199	06.01	12°C	3°C	7,5 °C	Céu limpo	Fraco, Este	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D200	07.01	13°C	3°C	8 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Este	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D201	08.01	13°C	2°C	7,5 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Este	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D202	09.01	16°C	3°C	9,5 °C	Céu limpo	Fraco, Este	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D203	10.01	16°C	6°C	11 °C	Céu limpo	Fraco, Noroeste	
D204	11.01	15°C	2°C	8,5 °C	Céu limpo	Fraco, Este	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Aguaceiros fracos durante um pequeno período ao final da manhã
D205	12.01	16°C	4°C	10 °C	Céu limpo	Fraco, Sudeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D206	13.01	13°C	4°C	8,5 °C	Aguaceiros	Fraco, Sudoeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Aguaceiros durante a tarde
D207	14.01	14°C	5°C	9,5 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Sul	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D208	15.01	12°C	7°C	9,5 °C	Chuva forte	Fraco, Oeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Chuva moderada a forte durante todo o dia. Vento moderado
D209	16.01	11°C	5°C	8 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Aguaceiros durante a manhã
D210	17.01	10°C	2°C	6 °C	Chuva moderada	Fraco, Sudeste	Aguaceiros fracos durante a tarde
D211	18.01	9°C	6°C	7,5 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Sul	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Aguaceiros fracos ao final da tarde; Vento moderado
D212	19.01	10°C	3°C	6,5 °C	Céu com períodos de muito nublado	Fraco, Sudeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D213	20.01	11°C	4°C	7,5 °C	Céu com períodos de muito nublado	Fraco, Norte	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Vento moderado
D214	21.01	11°C	1°C	6 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Chuva moderada durante a manhã e ao início da noite
D215	22.01	11°C	4°C	7,5 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Chuva moderada ao início da manhã
D216	23.01	14°C	5°C	10,5 °C	Céu com períodos de muito nublado	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D217	24.01	15°C	4°C	10,5 °C	Céu limpo	Fraco, Nordeste	
D218	25.01	15°C	4°C	10,5 °C	Céu com períodos de muito nublado	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D219	26.01	15°C	2°C	8,5 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D220	27.01	15°C	2°C	8,5 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D221	28.01	14°C	2°C	8 °C	Céu muito nublado	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Céu pouco nublado, vento fraco a moderado
D222	29.01	13°C	6°C	9,5 °C	Aguaceiros	Fraco, Oeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Aguaceiros fracos

D223	30.01	14°C	10°C	12 °C	Chuva moderada	Fraco, Oeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Aguaceiros fracos, vento fraco a moderado
D224	31.01	14°C	5°C	9,5 °C	Chuva moderada	Fraco, Oeste	Períodos de chuva forte, vento moderado
D225	01.02	11°C	3°C	7 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Período de chuva forte ao final da noite; Vento moderado
D226	02.02	12°C	5°C	8,5 °C	Aguaceiros	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Aguaceiros fracos, vento fraco a moderado
D227	03.02	12°C	8°C	10 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Períodos de chuva fraca durante todo o dia acalmando ao final da tarde, vento fraco a moderado
D228	04.02	10°C	1°C	5 °C	Céu limpo	Fraco, Norte	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Vento fraco a moderado
D229	05.02	10°C	1°C	5 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Norte	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D230	06.02	10°C	1°C negativo	5 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Nordeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Aguaceiros fracos ao início da manhã
D231	07.02	11°C	2°C negativo	5,5 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Nordeste	
D232	08.02	12°C	2°C	7 °C	Céu limpo	Fraco, Nordeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D233	09.02	14°C	4°C	9 °C	Céu limpo	Fraco, Este	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D234	10.02	15°C	5°C	10 °C	Céu muito nublado	Fraco, Este	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D235	11.02	13°C	7°C	10 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Este	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Não choveu
D236	12.02	15°C	6°C	10,5 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Oeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Não choveu
D237	13.02	15°C	6°C	10,5 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Sudoeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D238	14.02	14°C	7°C	10,5 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Sudoeste	Aguaceiros fracos durante todo o dia; Período de chuva moderada ao início da noite
D239	15.02	14°C	10°C	12 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Aguaceiros fracos apenas pela manhã
D240	16.02	15°C	6°C	10,5 °C	Céu com períodos de muito nublado	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Aguaceiros fracos durante parte da tarde
D241	17.02	15°C	3°C	9 °C	Céu limpo	Fraco, Nordeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D242	18.02	15°C	5°C	10 °C	Céu limpo	Fraco, Este	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D243	19.02	18°C	6°C	12 °C	Céu muito nublado	Fraco, Norte	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D244	20.02	14°C	6°C	10 °C	Chuva moderada	Fraco, Sul	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Aguaceiros fracos a moderados a partir do final da tarde
D245	21.02	15°C	10°C	12,5 °C	Céu limpo	Fraco, Norte	
D246	22.02	15°C	5°C	10 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Oeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Pequeno período de aguaceiros fracos apenas ao final da tarde; Vento fraco a moderado

D247	23.02	14°C	10°C	12 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Aguaceiros fracos ao início da manhã e fracos a moderados ao final da noite; Vento fraco a moderado
D248	24.02	13°C	6°C	9,5 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Aguaceiros fracos apenas durante a manhã; Vento fraco a moderado
D249	25.02	15°C	5°C	10 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D250	26.02	15°C	8°C	11,5 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Período de aguaceiros fracos ao final da tarde; Vento fraco a moderado
D251	27.02	15°C	9°C	12 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D252	28.02	15°C	6°C	10,5 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Noroeste	Aguaceiros fracos aquando a observação
D253	01.03	15°C	10°C	12,5 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Aguaceiros muito fracos a partir do início da tarde
D254	02.03	18°C	12°C	15 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Não choveu
D255	03.03	18°C	10°C	14 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Período de aguaceiros muito fracos ao início da tarde
D256	04.03	20°C	8°C	14 °C	Céu limpo	Fraco, Nordeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D257	05.03	20°C	8°C	14 °C	Céu limpo	Fraco, Este	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D258	06.03	22°C	8°C	15 °C	Céu limpo	Fraco, Este	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D259	07.03	25°C	7°C	16 °C	Céu limpo	Fraco, Nordeste	
D260	08.03	23°C	6°C	14,5 °C	Céu limpo	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D261	09.03	23°C	5°C	14 °C	Céu limpo	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D262	10.03	20°C	4°C	12 °C	Céu com períodos de muito nublado	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR – Manhã com céu muito nublado
D263	11.03	16°C	9°C	12,5 °C	Céu com períodos de muito nublado	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D264	12.03	15°C	5°C	10 °C	Céu muito nublado	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D265	13.03	21°C	6°C	13,5 °C	Céu limpo	Fraco, Norte	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D266	14.03	18°C	4°C	11 °C	Céu limpo	Fraco, Norte	
D267	15.03	18°C	4°C	11 °C	Céu limpo	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D268	16.03	19°C	3°C	11 °C	Céu com períodos de muito nublado	Fraco, Sul	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D269	17.03	16°C	7°C	11,5 °C	Aguaceiros	Fraco, Sudeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Aguaceiros fracos durante o início da tarde
D270	18.03	18°C	6°C	12 °C	Aguaceiros	Fraco, Noroeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR - Aguaceiros muito fracos durante a manhã

D271	19.03	20°C	7°C	13,5 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Nordeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D272	20.03	23°C	11°C	17 °C	Céu pouco nublado	Fraco, Nordeste	DIAS QUE NÃO FUI OBSERVAR
D273	21.03	21°C	11°C	16 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Nordeste	DIA DA EXUMAÇÃO - Não choveu
D274	22.03	18°C	11°C	14,5 °C	Aguaceiros fracos	Fraco, Nordeste	Exumação parcial da nº2 - Curto período de aguaceiros ao final da manha



Figura A10 – Exemplar capturado de *Sarcophagidae* no D5



Figura A11 - Adulto de *Chrysomya albiceps* recolhida no D5



Figura A12 - Jovem de *Chrysomya albiceps* recolhida no D21



Figura A13 - *Muscidae* recolhida no D5



Figura A14 – Exemplos da Ordem *Hymenoptera* capturadas no D5.



Figura A15 – Exemplar de *Tenebrionidae* fotografado no D84 e no D105



Figura A16 - *Creophilus maxillosus* fotografado no D8 bem como de *Chrysomya albiceps*

Tabela A7 - Temperaturas exatas do ar obtidas aquando cada observação.

	Dia. Mês	Temp. Exterior			
			D98	27.09	24,4 °C
			D105	04.10	21,6 °C
D0	21.06.2014	21 °C	D112	11.10	20,5 °C
D1	22.06	22,2 °C	D119	18.10	22 °C
D2	23.06	23,3 °C	D126	25.10	29,1 °C
D3	24.06	20,5 °C	D133	01.11	20 °C
D4	25.06	18,3 °C	D140	08.11	16 °C
D5	26.06	21,1 °C	D147	15.11	15,3 °C
D6	27.06	20 °C	D154	22.11	16,2 °C
D7	28.06	19,4 °C	D161	29.11	16,7 °C
D8	29.06	20 °C	D168	06.12	14,5 °C
D9	30.06	20,3 °C	D175	13.12	14,1 °C
D10	01.07	20 °C	D182	20.12	13,6 °C
D11	02.07	21,1 °C	D189	27.12	15,6 °C
D12	03.07	24 °C	D196	03.01.2015	13,8 °C
D13	04.07	20,1 °C	D203	10.01	12,7 °C
D14	05.07	21 °C	D210	17.01	12,2 °C
D21	12.07	25,6 °C	D217	24.01	18 °C
D28	19.07	20,2 °C	D224	31.01	16,8 °C
D35	26.07	21,8 °C	D231	07.02	13,8 °C
D42	02.08	20,5 °C	D238	14.02	16 °C
D49	09.08	22,7 °C	D245	21.02	15,6 °C
D56	16.08	26,6 °C	D252	28.02	15,2 °C
D63	23.08	20,5 °C	D259	07.03	27,4 °C
D70	30.08	23,7 °C	D266	14.03	21,2 °C
D77	06.09	23 °C	D273	21.03	17,1 °C
D84	13.09	25 °C	D274	22.03	17 °C
D91	20.09	22,7 °C			

Tabela A8 – Temperaturas obtidas no interior da estrutura que albergava a carcaça nº4.

	Dia. Mês	Temp. Casa nº4			
			D105	04.10	21.5°C
			D112	11.10	18.8°C
			D119	18.10	20.3°C
			D126	25.10	30.6°C
			D133	01.11	19.6°C
			D140	08.11	14.7°C
			D147	15.11	15.6°C
			D154	22.11	17.3°C
			D161	29.11	16.6°C
			D168	06.12	13.9°C
			D175	13.12	14.2°C
			D182	20.12	13.3°C
			D189	27.12	13.9°C
			D196	03.01.2015	11.2°C
			D203	10.01	11.3°C
			D210	17.01	11.5°C
			D217	24.01	16.3°C
			D224	31.01	14.2°C
			D231	07.02	12.8°C
			D238	14.02	16.5°C
			D245	21.02	15.1°C
			D252	28.02	14.9°C
			D259	07.03	20.1°C
			D266	14.03	17.4°C
			D273	21.03	16.7°C
			D274	22.03	16.3°C
D0	21.06.2014	18°C			
D1	22.06	20.6°C			
D2	23.06	21.8°C			
D3	24.06	17.3°C			
D4	25.06	16.9°C			
D5	26.06	18.6°C			
D6	27.06	17.8°C			
D7	28.06	18.5°C			
D8	29.06	21.6°C			
D9	30.06	23.2°C			
D10	01.07	21.8°C			
D11	02.07	19.4°C			
D12	03.07	20.5°C			
D13	04.07	17.3°C			
D14	05.07	17.7°C			
D21	12.07	23.2°C			
D28	19.07	18.7°C			
D35	26.07	20.4°C			
D42	02.08	21.1°C			
D49	09.08	21.5°C			
D56	16.08	25.8°C			
D63	23.08	21.3°C			
D70	30.08	25°C			
D77	06.09	23.4°C			
D84	13.09	23.8°C			
D91	20.09	19.1°C			
D98	27.09	21.4°C			

Tabela A9 – Temperaturas do solo obtidas quando cada observação.

	Dia. Mês	Temp. Solo			
			D10	01.07	14.8°C
			D11	02.07	16.3°C
			D12	03.07	18.1°C
			D13	04.07	16.2°C
			D14	05.07	17.7°C
			D21	12.07	21.3°C
			D28	19.07	16.2°C
			D35	26.07	21.2°C
			D42	02.08	17.6°C
			D49	09.08	20.7°C
			D56	16.08	25.1°C
			D63	23.08	16.6°C
D0	21.06.2014	16°C			
D1	22.06	15.8°C			
D2	23.06	17.6°C			
D3	24.06	16°C			
D4	25.06	13.9°C			
D5	26.06	17.8°C			
D6	27.06	15.5°C			
D7	28.06	18.1°C			
D8	29.06	15.4°C			
D9	30.06	15.4°C			

D70	30.08	21.5°C
D77	06.09	22.4°C
D84	13.09	15.8°C
D91	20.09	16.3°C
D98	27.09	18.9°C
D105	04.10	16.7°C
D112	11.10	15.6°C
D119	18.10	17.6°C
D126	25.10	23.6°C
D133	01.11	15.3°C
D140	08.11	12°C
D147	15.11	11.2°C
D154	22.11	13.6°C
D161	29.11	11.6°C
D168	06.12	12.5°C
D175	13.12	10.5°C
D182	20.12	7°C
D189	27.12	8°C
D196	03.01	0°C
D203	10.01	4°C
D210	17.01	7°C
D217	24.01	8.5°C
D224	31.01	7°C
D231	07.02	2.9/3°C
D238	14.02	13.5°C
D245	21.02	9.5°C
D252	28.02	15°C
D259	07.03	10°C
D266	14.03	17°C
D273	21.03	15.5°C
D274	22.03	14.9°C
