

Ocorrência de membros da Ordem Diptera (Linnaeus, 1758) em carcaça de suíno (*Sus scrofa domesticus*) em área urbana de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil

A.A. de Paula^a, M.B. Costa^a, E.N. Vianna^b, T. de Filippis^c, P.A. Marinho^{d,*}

^a Centro Universitário Una, Belo Horizonte, Minas Gerais (MG), Brasil

^b Universidade de Brasília, Brasília (DF), Brasil

^c Faculdade de Saúde e Ecologia Humana, Belo Horizonte, Minas Gerais (MG), Brasil

^d Instituto de Criminalística de Minas Gerais

*Endereço de e-mail para correspondência: pabloalvesmarinho@yahoo.com

Recebido em 25/01/2018; Revisado em 17/04/2019; Aceito em 27/04/2020

Resumo

A entomologia forense, apesar de séculos de sua existência, tem se desenvolvido lentamente no Brasil devido à dedicação de um número de cientistas relativamente baixo quando comparado com outras áreas das ciências forenses. No estado de Minas Gerais, os estudos nessa área são praticamente nulos, necessitando de trabalhos científicos para formar especialistas que possam auxiliar as investigações em crimes que haja encontro de cadáveres em estado de putrefação. Um dos principais objetivos da entomologia forense é a estimativa do intervalo pós-morte mínimo (IPM), permitindo calcular qual o tempo mínimo da morte do cadáver. Nesse contexto, o presente trabalho teve como finalidade descrever a ocorrência de dípteros em porco doméstico (*Sus scrofa domesticus*), bem como estimar o IPM por meio das larvas coletadas ao longo do experimento. O experimento ocorreu em mata urbana, no período de março a abril de 2017, utilizando uma carcaça de suíno de aproximadamente três quilos. Durante o período do experimento foi possível verificar cinco fases de decomposição, sendo necessários 20 dias para alcançar a fase de esqueletização. Na classe Insecta a ordem mais abundante foi dos dípteros da família Calliphoridae (n=305), sendo as espécies *Chrysomya megacephala* (n=103) e *Chrysomya putoria* (n=78) as mais representativas. Utilizando os métodos grau-dia acumulado (GDA) e período de atividade do inseto (PAI) para estimar o IPM, foi possível calcular com certa exatidão o período em que o porco foi deixado na mata, demonstrando a aplicabilidade dessa ferramenta para esclarecer tempo de morte em casos de encontro de cadáveres onde os fenômenos cadavéricos não são mais confiáveis para essa finalidade.

Palavras-Chave: Entomologia Forense; Diptera; Calliphoridae; intervalo pós-morte; *Sus scrofa*.

Abstract

Forensic entomology, despite centuries of its existence, has developed slowly in Brazil because of the dedication of relatively few scientists when compared to other areas of forensic science. In the state of Minas Gerais, studies in this area practically do not exist, requiring scientific work to train specialists who can assist in investigations into crimes in which there are corpses in putrefying state. One of the main objectives of forensic entomology is the estimation of minimum postmortem interval (PMI), allowing to calculate the minimum time of death of the cadaver. In this context, the present work aimed to describe the occurrence of Diptera in domestic pig (*Sus scrofa domesticus*), as well as to estimate the PMI through the larvae collected throughout the experiment. The experiment was carried out in an urban forest fragment, in the period of March and April of 2017, using a pork carcass of approximately 3 kg. During the experiment period, it was possible to verify five phases of decomposition, taking 20 days to reach the skeletonizing phase. In the Insecta class the most abundant order was Diptera of the family Calliphoridae (n=305), and the species *Chrysomya megacephala* (n=103) and *Chrysomya putoria* (n=78) the most representative. Using the methods of accumulated degree-day (ADD) and period of insect activity (PIA) to estimate the PMI, it was possible to calculate with certain accuracy the period in which the pig had been left in the woods. These facts reveal the applicability of this tool to clarify the time of death in cases of corpse encounters where cadaveric phenomena are no longer reliable for this purpose.

Keywords: Forensic Entomology; Diptera; Calliphoridae; postmortem interval; *Sus scrofa*.

1. INTRODUÇÃO

A Entomologia Forense é a aplicação do estudo da biologia de insetos em processos criminais [1]. Embora seja uma ciência com quase dois séculos, seu desenvolvimento tem sido lento no Brasil e dependente da dedicação de um número de pesquisadores relativamente baixo quando comparado com outras áreas da criminalística [2]. Dessa forma, a aplicação da entomologia no âmbito da polícia judiciária brasileira ainda é muito incipiente, fazendo com que dados entomológicos importantes para a investigação policial sejam negligenciados, o que pode dificultar a elucidação de práticas delitivas.

A fauna entomológica cadavérica no Brasil apresenta uma ampla diversidade de espécies que se sucedem na carcaça, pois o processo de decomposição orgânica oferece condições ideais para o desenvolvimento de insetos necrófagos [3,4]. Além disso, cada bioma tem sua fauna e condições locais próprias, o que exige o estudo das entomofaunas regionais, principalmente dípteros e besouros antes da aplicação das técnicas de entomologia forense [4].

Um dos objetivos fundamentais da entomologia forense é a estimativa do intervalo pós-morte mínimo (IPM). Estes dados nos permitem indicar qual o tempo mínimo que o cadáver se encontra disponível para atividade dos insetos [5,6].

A avaliação do IPM pode ser realizada por diferentes métodos, como, por exemplo, o método grau-dia acumulado (GDA) e pelo período de atividade do inseto sobre a carcaça (PAI). O GDA é bastante utilizado nos países do Hemisfério Norte e leva em consideração a temperatura mínima de desenvolvimento da espécie, a temperatura da massa de larvas e a temperatura do ambiente para calcular o tempo de desenvolvimento e, assim, estimar o período mínimo em que a larva se encontra sobre a carcaça [6,7]. Já o método PAI utiliza dados do tempo de desenvolvimento dos imaturos de acordo com a temperatura e umidade ambiente, sendo utilizado o imaturo coletado do cadáver com maior grau de desenvolvimento para estimar o IPM [8,9].

Na entomologia forense existem diversas ordens que podem auxiliar na determinação do IPM [6]. Os dípteros adultos são os primeiros insetos a encontrarem as carcaças animais, seguidos pelos coleópteros e outros insetos. Os dípteros utilizam as carcaças como fonte de alimento e substrato para a postura de ovos, sendo que oviposição ocorre minutos após a morte e exposição do corpo ao ambiente [5,6]. Os imaturos alimentam-se da matéria orgânica em decomposição e são os principais responsáveis pela perda da massa das carcaças [10]. As principais famílias de dípteros envolvidas nesse processo são Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae e Fanniidae [11].

O ciclo de vida das moscas ocorre em 4 fases, sendo ovo, larva, pupa e adultos. A duração de cada fase pode variar bastante de acordo com a espécie e com as condições climáticas, mas, em geral, as larvas em L1 (primeiro instar) eclodem dos ovos em média 24h após

a oviposição (dependendo da espécie), são vermiformes e triplicam de tamanho passando ao instar 2 (L2) e posteriormente ao último instar (L3), sem haver modificação na forma desses animais, apenas modificando o espiráculo e o esqueleto faríngeo. Quando atingem determinado tamanho e reserva alimentar, elas abandonam a dieta e procuram um local protegido e úmido para formarem a pupa (primeira metamorfose). Durante a fase de pupa é que ocorre a segunda e mais marcante metamorfose e, após alguns dias, emerge o adulto completamente formado e no seu tamanho final. Alguns segundos após a emergência as asas são infladas com hemolinfa e ocorre a finalização da pigmentação do corpo [12].

Os coleópteros são a segunda ordem, em frequência e abundância, que colonizam carcaças em decomposição. Eles possuem muitos representantes necrófagos, que podem auxiliar na determinação do IPM, especialmente, no estado mais seco do processo de decomposição, quando os cadáveres já foram abandonados pelos dípteros [6].

Na literatura são escassos os trabalhos que estudaram a fauna de interesse forense no estado de Minas Gerais por meio da avaliação da decomposição de cadáveres de roedores ou suínos. Particularmente nesse estado, foram desenvolvidos trabalhos nas áreas de Cerrado no nordeste e triângulo mineiro [13,16]. Os relatos da utilização de califórideos na identificação do IPM em cadáver humano já foram realizados mediante estudo prévio em Minas Gerais [9]. Dada a escassez de estudos em área urbana e ausência na capital mineira, além de dados provenientes do IPM utilizando esses insetos, é de suma importância conhecer a diversidade da entomofauna nas diversas regiões do estado, a fim de que estes dados possam ser utilizados na rotina da prática pericial.

2. OBJETIVO

O presente estudo teve como objetivo analisar os dípteros presentes no processo de decomposição de uma carcaça de porco doméstico (*Sus scrofa domesticus*), bem como verificar a aplicabilidade dos métodos GDA e PAI para estimar o IPM.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local da pesquisa

O estudo de campo foi realizado na Estação Ecológica II da Universidade Federal de Minas Gerais, (latitude 19°53'7''S e longitude 43°58'20''O). Trata-se de um local que apresenta um pequeno fragmento de mata secundária, apresentando vegetação típica de matas semidecíduas. Foi escolhida uma área com sombra permanente para que não houvesse interferência de sol diretamente na entomofauna presente e para simular crimes contra a pessoa onde o cadáver poderia ser ocultado. O local possui uma grande diversidade de flora e fauna, com espécies de mamíferos, anfíbios,

répteis e apresenta também uma variedade de espécies vegetais, localizada a, aproximadamente, 3 Km da área urbana (Fig.1) .



Figura 1. Mapa mostrando a localização da Estação Ecológica II, na cidade de Belo Horizonte, local da captura indicado pela seta vermelha (Fonte: www.googlemaps.com.br).

3.2 Instalação do Experimento

Foi colocada uma carcaça inteira de porco doméstico (*Sus scrofa domesticus*, Erxleben) de aproximadamente 3 kg dentro de uma gaiola confeccionada de metal. A gaiola tem por utilidade evitar o acesso de animais carniceiros maiores, como aves de rapina, roedores e felinos. A gaiola possuía uma porta, pela qual foi possível a coleta larvas em fase pré-pupa. Foi utilizada a metodologia de [17], que consiste em deixar sob a gaiola uma bandeja contendo serragem, para onde as larvas se encaminham quando abandonam a dieta nos estágios iniciais de desenvolvimento da pupa. Ao redor e acima da gaiola, exceto na parte frontal, foi colocada uma tela de tule (mosquiteiro) para aprisionar os insetos alados que adentraram na armadilha, auxiliando, assim, na captura. O animal foi adquirido morto de um pequeno abatedouro da cidade de Patos de Minas e posteriormente foi golpeado uma única vez com um instrumento perfurocortante na região torácica, a fim de simular um homicídio. Após a morte do animal, a carcaça foi devidamente embalada para não haver contato com insetos e transportada até o local do experimento nas primeiras 24 horas após o óbito. No dia 21 de março de 2017 o animal foi deixado no local de estudo, sendo iniciado o experimento. Para cálculo do IPM foi considerado a data em que o animal foi colocado na gaiola e disponível para colonização dos insetos. A pesquisa foi submetida e aprovada pelo comitê de ética em pesquisa com animais (CEUA) do Centro Universitário Una de Belo Horizonte, Minas Gerais.

Foi escolhido o porco doméstico por ser uma subespécie de fácil aquisição e por ser muito similar ao organismo humano no padrão de decomposição, na anatomia interna, distribuição de gordura, tamanho da cavidade peitoral e falta de pelagem espessa. Essa espécie também compartilha com os humanos uma dieta onívora muito semelhante, o que leva à existência de uma fauna intestinal semelhante. Todos estes fatores permitem uma melhor extrapolação dos resultados deste estudo para humanos, sendo um modelo de clássico

estudo na entomologia forense [18]. Porém, cumpre esclarecer que devido ao pequeno peso do animal, tais extrapolações devem ser comparáveis com humanos de pesos corporais semelhantes.

3.3 Coleta e análise de dados

A temperatura média diária do município, o índice de precipitação e a umidade relativa do ar foram obtidos no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Também foram anotadas diariamente as temperaturas das massas larvárias com o auxílio de um termohigrômetro, bem como a fase de decomposição em que o animal se encontrava.

As coletas ocorreram diariamente entre os dias 22 de março a 07 de abril de 2017 no período vespertino. Após esse período, foram realizadas mais três visitas semanais, encerrando-se no dia 30 de abril de 2017, no qual o animal já se encontrava no último estágio de decomposição, intensamente degradado e já quase não se observava a presença de artrópodes.

Os artrópodes adultos voadores foram recolhidos com auxílio de um puçá e mortos em frasco contendo algodão embebido com éter etílico, sendo transferidos para frascos plásticos tampados devidamente etiquetados com dados sobre a data, local, coletor e método de coleta.

Os adultos da família Sarcophagidae foram armazenados em etanol 99% para fins de identificação taxonômica em trabalhos futuros. As demais famílias coletadas foram secas em estufa a 45°C e os califorídeos identificados utilizando chaves taxonômicas apropriadas [19,20].

3.4 Criação das larvas e cálculo do IPM

As larvas de Diptera foram coletadas com o auxílio de pinças e separadas em dois frascos distintos. Alguns imaturos coletados foram armazenados em frascos contendo etanol 70% e encaminhados ao laboratório de Diptera do Instituto de Biologia da Universidade de Brasília (UnB) para fins de identificação do estágio larval. O restante das larvas foi separado para criação, a fim de identificar as espécies coletadas no dia. As larvas foram mantidas em temperatura ambiente, sendo observado seu desenvolvimento até a fase adulta. Em cada frasco foram colocadas em média 30 larvas e depositada cerca 1 g de carne bovina moída crua por indivíduo. Os recipientes contendo as larvas foram colocados em outro frasco contendo vermiculita e posteriormente fechados por tecido em malha fina para evitar a asfixia, bem como a fuga de larvas pequenas. Todos os frascos foram devidamente etiquetados contendo data e hora da coleta, sendo mantidos em uma caixa na presença de um termohigrômetro. Os adultos oriundos dessas larvas, bem como aqueles coletados em campo, foram identificados com o auxílio de lupas e chaves taxonômicas específicas [19,20].

Uma tabela foi construída no programa Excel® contendo as temperaturas anotadas a cada doze horas, os dias de experimentos e os estágios de desenvolvimento em que foram surgindo temporalmente. Para o cálculo do GDA e PAI foram utilizadas metodologias amplamente utilizadas e descritas na literatura [8,9].

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o estudo foram observados vários tipos de artrópodes adultos da classe Insecta representados pelas ordens Blattodea, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera e Lepidoptera. As ordens predominantes foram Diptera e Coleoptera, as quais têm grande importância para a perícia criminal na estimativa do IPM [21].

Após a morte do animal, foram necessários 20 dias para que a carcaça atingisse a fase de esqueletização, restando apenas os ossos, parte do couro e cartilagens (Tab. 1). A atividade das larvas de Diptera se iniciou na fase de inchamento, no quarto dia pós-morte, e continuou até a fase de esqueletização, sendo muito intensa durante as fases de inchamento e deterioração, que são as fases onde há mais tecido mole, servindo de substrato para os imaturos.

Tabela 1. Duração das diferentes fases de decomposição da carcaça e formas de desenvolvimento dos dípteros encontradas no suíno durante o experimento.

Fase de decomposição	Intervalo de cada fase	Duração	Formas encontradas
Fresco	1° ao 3° dia	3 dias	Larvas
Inchamento	4° ao 6° dia	3 dias	Larvas e pupas
Deterioração	7° ao 11° dia	5 dias	Larvas, pupas e adultos
Seco	12° ao 20° dia	9 dias	Pupas e adultos
Esqueletização	A partir do 21° dia	-	Pupas e adultos

As 5 fases de decomposição observadas tiveram duração bem inferior ao se comparar com o estudo realizado na restinga no município de Florianópolis, Santa Catarina, durante o inverno [22] e no município de Campina Grande, Paraíba em estação chuvosa [23], onde os tempos requeridos para alcançar a fase de esqueletização foram de 60 e 90 dias, respectivamente. Tais diferenças podem ter ocorrido tanto devido às diferenças climáticas das regiões, quanto na diferença do peso dos animais utilizados nestes trabalhos, que foram de 10 Kg e 15 Kg respectivamente.

A temperatura média mensurada até o vigésimo dia foi de 23,4°C, com desvio padrão de 1,3°C, e a umidade relativa do ar de 53%, com desvio padrão de 11%, o que contribuiu para uma maior celeridade no processo de decomposição da carcaça, tendo em vista que a temperatura é um fator crucial no tempo de decomposição do cadáver. Na Fig. 2 é possível verificar as etapas de cada uma das fases da decomposição.



Figura 2. Fases de decomposição: (A) fresco, (B) inchamento, (C) final do inchamento, (D) deterioração, (E) fase seca, (F) fase de esqueletização.

Durante o estudo foi coletado uma amostra de 443 moscas adultas pertencentes a quatro famílias diferentes (Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae e Syrphidae). Dentre essas, a família Calliphoridae foi a mais prevalente (Tab. 2), possuindo grande importância criminal na estimativa do IPM, tendo em vista que é uma das mais encontradas nos estudos entomológicos forenses.

Com relação aos adultos coletados, foram identificados diversos espécimes de Calliphoridae conforme mostrado na Tab. 2, com destaque para *Chrysomya megacephala* e *C. putoria*. A família Calliphoridae tem grande importância para a entomologia forense, pois por meio da coleta e análise de suas larvas pode-se estimar o IPM em cadáveres humanos, auxiliando nas investigações policiais [24].

No presente estudo foi observada uma predominância de Calliphoridae no início da decomposição da carcaça do animal, tendo em vista que os adultos desta família possuem uma antena muito sensível, com a qual são capazes de perceber os gases emanados durante a putrefação, mesmo estando à longa distância dos cadáveres.

Em experimento realizado com porco doméstico no Rio de Janeiro, os autores coletaram espécies semelhantes às encontradas no nosso trabalho, a saber: *C. megacephala*, *C. albiceps*, *C. putoria*, *Hemilucilia segmentaria* e *Lucilia eximia* [25]. Em outro estudo conduzido na cidade de Campinas, São Paulo, foi verificado que as fêmeas de *Chrysomya megacephala*, *C. putoria*, *Hemilucilia segmentaria* e *Lucilia eximia* utilizavam a carcaça para postura de ovos [26]. Também na cidade de Campinas, os autores encontraram todas as espécies identificadas no nosso trabalho, tanto em cadáveres humanos analisados no IML, quanto associadas a carcaças de porco doméstico expostas em floresta urbana [27].

Vale ressaltar que *C. megacephala* tem preferência por ambientes urbanos, enquanto *C. albiceps* não apresenta preferência em relação a esses ambientes, porém, de maneira geral, os Calliphoridae apresentam preferência por ambientes urbanizados, revelando uma característica sinantrópica [28].

Tabela 2. Número de indivíduos adultos de Diptera coletados no experimento.

Classe	Ordem	Família	Espécies	N	%
Insecta	Diptera	Calliphoridae	<i>Chrysomya megacephala</i>	103	23,3
			<i>Chrysomya putoria</i>	78	17,6
			<i>Hemilucilia segmentaria</i>	52	11,7
			<i>Chrysomya albiceps</i>	48	10,8
			<i>Hemilucilia semidiaphana</i>	14	3,2
			<i>Lucilia eximia</i>	6	1,4
			<i>Chloroprocta idiodea</i>	4	0,9
		Sarcophagidae	-	112	25,3
		Muscidae	-	23	5,2
		Syrphidae	-	3	0,6
			TOTAL	443	100

Em coletas realizadas no Cerrado na cidade de Uberlândia, Minas Gerais, os autores constataram *C. albiceps* como a espécie de Calliphoridae mais abundante em seu experimento [16]. Em Campinas, os autores observaram esta espécie como a mais abundante em seus experimentos, enquanto *C. megacephala* apareceu como a terceira mais abundante [26].

C. megacephala e *C. albiceps*, popularmente conhecidas como moscas-varejeiras, têm bastante importância forense por estar entre os primeiros e predominantes insetos envolvidos na decomposição cadavérica, podendo ser utilizadas como evidências para estimativa do IPM [29].

Na região sul do Brasil, foi registrado um pico populacional da espécie *C. putoria* no mês de março. Trabalhos posteriores constataram que isto é comum, conforme é demonstrado também no nosso experimento. *C. putoria* foi a segunda espécie de Calliphoridae mais abundante identificada, porém a que se ressaltar que devido à restrição temporal da coleta neste trabalho torna-se difícil a extrapolação desta distribuição para outros períodos do ano na cidade de Belo Horizonte [30].

A família Sarcophagidae foi a segunda família mais abundante encontrada, o que vai ao encontro de relatos da literatura [31]. As espécies de Sarcophagidae são moscas grandes com faixas pretas longitudinais ao longo do dorso, bem diferenciadas das demais famílias

encontradas, porém suas espécies não foram objeto de identificação neste trabalho.

A família Syrphidae, em geral, está associada às flores, e ainda é pouco encontrada em trabalhos relacionados à entomologia forense. Alguns estudos indicam que essa família parece ter preferência por material orgânico em decomposição, e já fora encontrada em carcaças de *S. scrofa* [6,32]. Apesar do baixo número de exemplares, a família Syrphidae apareceu apenas na fase final de decomposição do experimento (resultados não mostrados), o que parece indicar uma preferência por estágios mais secos, talvez pelas larvas serem predadoras de outros insetos [6].

4.3 Cálculo do IPM

Após as coletas das espécies *C. putoria* e *H. segmentaria* nos dias 24 e 29 de março, respectivamente, ambas nas fases L3, utilizou-se o método GDA para estimativa do IPM (Tab. 3). Os dados do GDA esperado para cada espécie de acordo com a temperatura de criação foram obtidos da literatura [33,34]. Neste caso, os IPMs calculados em dias foram bem próximos ao esperado, tendo em vista que o porco foi colocado na mata no dia 21 de março. Tal achado tem grande importância pericial, pois pode contribuir para a investigação criminal, quando se tem a necessidade de determinar o período da morte.

Tabela 3. IPM obtido do cadáver suíno pelo método GDA utilizando duas espécies de Calliphoridae coletadas em dias diferentes.

Referência	Espécie	Dia da coleta	Estágio Coletado	GDA esperado	Temperatura de criação	IPM (dias)
33	<i>Chrysomya putoria</i>	24/03/2017	L3	59,6	27°C	5
34	<i>Hemilucilia segmentaria</i>	29/03/2017	L3	86,2	25°C	7

O método GDA, em comparação com outros procedimentos para cálculo de IPM, possui uma razoável exatidão, principalmente em estados avançados de decomposição, em que os métodos tradicionais de cronotanatognose não são mais aplicáveis. As grandes desvantagens desse método é que existem múltiplos fatores abióticos que podem de alguma forma interferir no resultado final do cálculo.

A Tabela 4 mostra o IPM calculado para as mesmas espécies citadas na Tab. 3, porém utilizando o

método PAI. Nota-se que os resultados deste método também se aproximaram bastante do IPM esperado. Utilizando os dados da *C. putoria* foi possível chegar no dia exato em que o porco foi deixado morto na mata (dia 21 de março de 2017). Desta forma, o método também se mostrou uma boa ferramenta para ser utilizado em casos de encontro de cadáveres em estado avançado de decomposição.

É importante ressaltar que vários fatores podem interferir no cálculo do IPM [6,35]. A temperatura, sem

dúvida, constitui-se como uma das principais variáveis que influenciam na velocidade de decomposição e de colonização do corpo [36,37]. Temperaturas muito baixas irão preservar o corpo de fenômenos putrefativos devido à inibição da atividade da microbiota, interferindo na atividade e taxa de desenvolvimento dos insetos, por serem animais pecilotérmicos [37]. Estes

dados ratificam a literatura onde se relata que a decomposição é mais rápida em carcaças expostas ao sol devido à maior temperatura transferida às larvas [38].

Tabela 4. IPM obtido do cadáver suíno pelo método PAI utilizando duas espécies de Calliphoridae coletadas em dias diferentes.

Referência	Espécie	Dia da coleta	Estágio Coletado	Tempo de desenvolvimento de ovo até L3 (horas)/Temperatura	IPM (dias)
39	<i>Chrysomya putoria</i>	24/03/2017	L3	92/27°C	3
9	<i>Hemilucilia segmentaria</i>	29/03/2017	L3	144/ 25°C	6

Sabe-se que em temperaturas muito baixas não há desenvolvimento do ciclo dos insetos devido a esta dependência de temperatura para o seu metabolismo. A literatura sugere como limiares mínimos de temperaturas para desenvolvimento dos insetos os valores de 6°C para espécies de regiões temperadas e de 10°C para espécies de regiões tropicais [40]. A pluviosidade, no entanto, parece não ter grande influência na atividade de larvas que já estejam se desenvolvendo no interior do corpo [6,36]. A temperatura da massa de larvas no interior do corpo é um fator importante a ser considerado por apresentar geralmente maior valor do que a temperatura externa [41].

Em relação ao tamanho do corpo, ele não tem influência direta sobre a velocidade de decomposição na ausência de atividade dos insetos. No entanto, quando os insetos estão presentes, a taxa de decomposição sofre uma forte influência da massa corporal, onde carcaças menores têm uma maior velocidade de decomposição comparado às carcaças de tamanho maior [42]. Ao se comparar carcaças de suínos (*Sus scrofa* L) de diferentes tamanhos, o tempo de duração da decomposição de cada etapa sofreu influência da estação do ano, mas não houve diferença na sucessão de espécies de insetos encontradas, apenas na abundância delas [43].

A presença de ferimentos também pode impactar na taxa de decomposição, uma vez que os orifícios decorrentes dos ferimentos se tornam mais um local para a oviposição dos insetos, principalmente de dípteros. Neste caso, a presença de ferimentos no corpo torna mais célere o seu processo de decomposição [36,37,44]

Cabe ressaltar que um fator limitante do trabalho foi a impossibilidade da utilização de um maior número de cadáveres de suínos e a realização da coleta em ao menos duas estações. Porém, o modelo do estudo é válido, com resultado da captura de uma amostra de mais de 400 dípteros da família Calliphoridae, sendo os mais relevantes no estudo da entomologia forense, podendo ser utilizado para extrapolação em cadáveres humanos caso ocorra em situação na mesma formação vegetal em fragmento de mata urbana no sudeste do país.

5. CONCLUSÃO

O trabalho desenvolvido apresentou uma diversidade faunística de moscas com importância forense em carcaça suína localizada no município de Belo Horizonte. Foram necessários 20 dias para alcançar a fase de decomposição de esqueletização do cadáver de suíno. Foram encontradas quatro famílias de Diptera e as mais abundantes foram Calliphoridae e Sarcophagidae. O uso de métodos como GDA e PAI se mostraram eficientes para estimar o IPM, podendo ser utilizados para auxiliar investigações criminais em casos de encontro de cadáveres em estado de decomposição avançado. Trata-se do primeiro trabalho relacionado com entomologia forense desenvolvido na cidade de Belo Horizonte com esta finalidade. Estudos semelhantes devem ser fomentados no estado, para fins de comparação de dados e desenvolvimento da entomologia na prática pericial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] L. Gomes. *Entomologia Forense: novas tendências e tecnologias nas ciências criminais*. Rio de Janeiro: Technical Books (2010).
- [2] A. Gupta; S. Puneet. Forensic entomology—past, present and future. *Anil Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology* **50**: 50-53 (2004).
- [3] R.P. Hobson. Studies on the nutrition on the blow-fly larvae. III. The liquefaction of muscle. *Journal of Experimental Biology* **9**: 359-365 (1932).
- [4] J.R. Pujol-Luz; L.C. Arantes; R. Constantino. Cem anos da Entomologia Forense no Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* **52**: 485-492 (2008).
- [5] M.F.B.F. Porto. A Entomologia Forense na Determinação do Intervalo Pós-Morte. *Trabalho de Conclusão de Curso*, Centro Universitário de Brasília, Brasília (2014).
- [6] J. Oliveira-Costa. *Entomologia Forense. Quando os insetos são os vestígios*, Campinas: Millennium Editora (2011).

- [7] C. Ames; B. Turner. Low temperature episodes in development of blowflies: implications for postmortem interval estimation. *Medical and Veterinary Entomology* **17**: 178–186 (2003).
- [8] J. Amendt; C.P. Campobasso; E. Gaudry; C. Reiter; H.N. Leblanc; M.J.R. Hall. Best practice in Forensic entomology—standards and guidelines. *International Journal of Legal Medicine* **121**: 90-104 (2007).
- [9] C. Kosmann; M.P. Macedo; T.A.F Barbosa; J.R. Pujol-Luz. *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) and *Hemilucilia segmentaria* (Fabricius) (Diptera, Calliphoridae) used to estimate the postmortem interval in a forensic case in Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* **55**: 621-623 (2011).
- [10] A. Ururahy-Rodrigues; H. Marques; J. Rafael; R. Wanderley; J. Pujol-Luz. *Coprophanaeus lancifer* (Coleoptera, Scarabaeidae) activity causes the rolling movement of a man-sized carcass in Amazonia, Brazil: a forensic taphonomy report. *Forensic Science International* **182**: 19-22 (2008).
- [11] F.A. Santana. Dipterofauna associada a carcaças de *Sus scrofa* Linnaeus em área de Cerrado do Distrito Federal, com ênfase na família Calliphoridae (Insecta, Diptera). *Dissertação de Mestrado*. Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília (2006).
- [12] E.E. Ruppert; R.S. Fox; R.D. Barnes. *Zoologia dos Invertebrados*. 7ª ed. São Paulo: Editora Roca (2005).
- [13] C.A. Mello-Patiu; M.L. Paseto; L.S.D. Faria; J. Mendes; A.X. Linhares. Sarcophagid flies (Insecta, Diptera) from pig carcasses in Minas Gerais, Brazil, with nine new records from the Cerrado, a threatened Neotropical biome. *Revista Brasileira de Entomologia* **58**: 142-146 (2014).
- [14] L. Beuter; P.A. Fernandes; P.B. Barros; C.R. de Souza; J. Mendes. Insetos de potencial importância forense e na saúde pública em região urbana de Minas Gerais: frequência relativa e variação sazonal de fauna atraída e criada em Carcaças de roedores. *Revista de Patologia Tropical* **41**: 480-490 (2012).
- [15] A.C.F Alves; W.E. dos Santos; A.J. Creão-Duarte. Diptera (Insecta) de importância forense da região Neotropical. *Entomotropica* **29**: 77-94 (2014).
- [16] T.A. Rosa; C. M. de Souza; D.D Sousa; C.A. de Mello-Patiu; J. Mendes. Dipterans of forensic interest in two vegetation profiles of cerrado in Uberlândia, State of Minas Gerais, Brazil. *Neotropical Entomology* **38**: 859-866 (2009).
- [17] C.H. Marchiori; C.G. Silva; E. R. Caldas; C.I. S. Vieira, K.G.S. Almeida; F.F. Teixeira; A.X. Linhares. Artrópodes associados com carcaça de suíno em Itumbiara, sul de Goiás. *Arquivos do Instituto Biológico* **67**: 167-170 (2000).
- [18] J. Amendt; R. Krettek; R. Zehner. Forensic entomology. *Naturwissenschaften* **91**: 51-65 (2004).
- [19] C.J.B.D. Carvalho; C.A.D. Mello-Patiu. Key to the adults of the most common forensic species of Diptera in South America. *Revista Brasileira de Entomologia* **52**: 390-406 (2008).
- [20] C. Kosmann; R.P. de Mello; E.S.H. Souza; J.R. Pujol-Luz. A list of current valid blow fly names (Diptera: Calliphoridae) in the Americas South of Mexico with key to the Brazilian species. *EntomoBrasilis* **6**: 74-85 (2013).
- [21] L.M. Almeida; K.M. Mise. Diagnosis and Key of the Main Families and Species of South American Coleoptera of Forensic Importance. *Revista Brasileira de Entomologia* **53**: 227-244 (2009).
- [22] L.B. Juk. Levantamento da fauna de artrópodes em carcaça de suíno em ambiente silvestre com vegetação de restinga na ilha de Santa Catarina como subsídio para as ciências forenses. *Monografia em Ciências Biológicas*, Universidade Federal de Santa Catarina (2013).
- [23] A.C. Alves. Calliphoridae (Diptera) associados a carcaças de suínos, *Sus scrofa* L., em Campina Grande, PB. *Monografia em Ciências Biológicas*, Universidade Estadual da Paraíba (2011).
- [24] C.T.E. Carvalho; M.R.P. Queiroz. Descrição das principais famílias de Diptera utilizadas na entomologia forense. *Mostra de Produção Científica da Pós-Graduação Latu Sensu da PUC Goiás* **1**: 13 (2010).
- [25] R.R. Barbosa; C.A. Mello-Patiu; A. Ururahy-Rodrigues; C.G. Barbosa; M.M.C. Queiroz. Temporal distribution of ten calyprate dipteran species of medico legal importance in Rio de Janeiro, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* **2**: 191-198 (2010).
- [26] A.M. Souza; A.X. Linhares; Diptera and Coleoptera of potential forensic importance in southeastern Brazil: relative abundance and seasonality. *Medical and Veterinary Entomology* **1**: 8-12 (1997).
- [27] L.M. Carvalho; P.J. Thyssen; A.X. Linhares; F.A.B. Palhares. Checklist of arthropods associated with pig carrion and human corpses in Southeastern Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* **XCIV**: 135-138 (2000).
- [28] E.E.S. Vianna; J.G.W. Brum; P.B. Ribeiro; M.E.A. Berne; P. Silveira. Synanthropy of Calliphoridae (Diptera) in Pelotas, Rio Grande do Sul State, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária* **7**: 141-147 (1998).
- [29] K.G.V Smith. A Manual of Forensic Entomology, Oxford Cornell University Press **1**: 102 (1986).
- [30] E.E.S. Vianna; R.P. Costa; A.L. Fernandes; P.B. Ribeiro. Abundância e flutuação populacional das

- espécies de *Chrysomya* (Dípteras, Calliphoridae) em Pelotas. *Iheringia Série Zoologia* **94**: 231-234 (2004).
- [31] A.N. Segura; W. Usaquém; C.M. Sanchez; L. Chuairé; F. Bello. Succession pattern of cadaverous entomofauna in a semi-rural area of Bogotá, Colombia. *Forensic Science International* **187**: 66-72 (2009).
- [32] E. Martins; J.A. Neves; T.C. Moretti; W.A.C. Godoy; P.J. Thyssen. Breeding of *Ornidia obesa* (Diptera: Syrphidae: Eristalinae) on pig carcasses in Brazil. *Journal of Medical Entomology* **47**: 690-694 (2010).
- [33] J.M. D'Almeida; R.P. Mello. Eficiência de variadas dietas na criação de *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794) e *Chrysomya putoria* (Wiedemann, 1818) (Diptera: Calliphoridae) sob condições de laboratório. *Entomologia y Vectores* **2**: 95-105 (1995).
- [34] P.J. Thyssen; A.C. Lessinger; A.M.L. Azeredo-Espin; A.X. Linhares. The value of PCR-RFLP molecular markers for the differentiation of immatures stages of two necrophagous flies (Diptera: Calliphoridae) of potential forensic importance. *Neotropical Entomology*. **34**: 777-783 (2005).
- [35] C.J. Von Zuben. Zoologia aplicada: recentes avanços em estudos de entomologia forense. *Entomologia y Vectores* **8**: 173-183 (2001).
- [36] R.W. Mann; W.M. Bass; L. Meadows. Time since death and decomposition of the human body: variables and observations in case and experimental field studies. *Journal of Forensic Sciences* **35**: 103-111 (1990).
- [37] C.P. Campobasso; F. Introna. The forensic entomologist in the context of the forensic pathologist's role. *Forensic Science International* **120**: 132-139 (2001).
- [38] B.S. Shean; L. Messinger; M. Papworth. Observations of differential decomposition on sun exposed v. shaded pig carrion in coastal Washington State. *Journal of Forensic Sciences* **38**: 938-949 (1993).
- [39] M.S. Oliveira; R.P. Mello; M.M.C. Queiroz. Morfologia e duração dos instares larvais de *Chrysomya putoria* (Wiedemann) (Diptera, Calliphoridae), em laboratório. *Revista Brasileira de Entomologia* **51**: 239-245 (2007).
- [40] L.G. Higley; N.H. Haskell. Insect development and forensic entomology. In: J.A. Byrd; J.L. Castner, (eds). *Forensic entomology: the utility of arthropods in investigations*. Boca Raton: CRC Press (2001) 287-302.
- [41] D.H. Slone; S.V. Gruner. Thermoregulation in larval aggregations of carrion feeding blow flies (Diptera: Calliphoridae). *Journal of Medical Entomology* **44**: 516-523 (2007).
- [42] T. Simmons; R.E. Adlam; C. Moffatt. Debugging decomposition data: comparative taphonomic studies and the influence of insects and carcass size on decomposition rate. *Journal of Forensic Sciences* **55**: 8-13 (2010).
- [43] P.J. Thyssen. Decomposição e sucessão entomológica na carcaça de suínos (*Sus scrofa* L) de tamanhos diferentes: estudo em ambiente de mata natural na região de Campinas - SP. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Estadual de Campinas (2000).
- [44] A.A. Vass; W.M. Bass; J.D. Wolt; J.E. Foss; J.T. Ammons. Time since death determinations of human cadavers using soil solution. *Journal of Forensic Sciences* **37**: 1236-1253 (1992).