



## VARIÁVEIS NA ESTIMATIVA DO INTERVALO PÓS-MORTE POR MÉTODOS DE ENTOMOLOGIA FORENSE

Denise da Silva Pinheiro<sup>1</sup>, Ângela Adamski da Silva Reis<sup>2</sup>, Rosália Santos Amorim Jesuíno<sup>2</sup>, Helder Marques Vieira da Silva<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mestranda, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil (facasealuz@hotmail.com)

<sup>2</sup> Professora Doutora do Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil.

<sup>3</sup> Mestre, Perito Criminal Federal, Setor Técnico-Científico, Superintendência de Polícia Federal em Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil.

Recebido em: 04/05/2012 – Aprovado em: 15/06/2012 – Publicado em: 30/06/2012

### RESUMO

A entomologia forense é uma ciência que estuda a utilização de insetos e outros artrópodes que fazem parte da fauna cadavérica para auxiliar na resolução de fatos delituosos em investigações médico-criminais, tendo como uma de suas principais aplicações a estimativa do intervalo pós-morte (IPM). Este trabalho foi desenvolvido com base em uma revisão bibliográfica em diferentes subáreas da entomologia forense com o objetivo de analisar as principais variáveis que influenciam a estimativa do IPM por métodos de entomologia forense, com enfoque maior em dípteros muscóides, dada a grande relevância dos mesmos como indicadores forenses. Estes fatores podem interferir basicamente na duração das fases de decomposição cadavérica, no acesso da entomofauna ao corpo para oviposição, no tempo de desenvolvimento das espécies necrófagas e na composição da entomofauna. As implicações dos fatores analisados para a estimativa do IPM foram discutidas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Entomologia forense. Estimativa do IPM. Variáveis.

### VARIABLES IN ESTIMATING THE POSTMORTEM INTERVAL BY METHODS OF FORENSIC ENTOMOLOGY

#### ABSTRACT

Forensic entomology is a science that studies the use of insects and other arthropods that are part of the cadaveric fauna to improve the solving of criminal facts in medical-criminal investigations, taking as one of its main applications the estimating of postmortem interval (PMI). This work was developed based on a literature review in different subfields of forensic entomology in order to analyze the main variables that influence the estimation of PMI by methods of forensic entomology, with greater focus on dipteran muscoid, given the great importance of them as forensic indicators. These factors can basically interfering in the duration of the stages of cadaveric decomposition, access of the body to entomofauna for oviposition, development time of necrophagous species and composition of the entomofauna. The implications of the factors analyzed for estimating the PMI were discussed.

**KEYWORDS:** Forensic entomology. Estimating the PMI. Variables.

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Entomologia Forense

Entende-se por entomologia forense a utilização de animais do grupo dos artrópodes (que façam parte das evidências em casos legais) para auxiliar na elucidação de fatos delituosos em investigações policiais (KEH, 1985; VON ZUBEN, 2001). A entomologia forense constitui uma ferramenta utilizada principalmente em ocorrências com morte, tendo como maior aplicação a estimativa do intervalo pós-morte. Nestes casos, os insetos coletados, como larvas de moscas colonizando o cadáver em decomposição, são evidências tão importantes quanto outros vestígios encontrados no local de crime, como impressões digitais, fios de cabelo, gotas de sangue, projéteis de arma de fogo, entre outros (CATTS & GOFF, 1992).

De acordo com BURKPILE *et al.* (2006), logo que um organismo morre inicia-se um processo de decomposição de seus constituintes orgânicos (lipídios, carboidratos e proteínas) pela ação de bactérias pertencentes a sua microbiota, que, antes, era mantida sob controle pela ação do sistema imunológico. Conforme ocorre a degradação orgânica, formam-se produtos derivados líquidos e voláteis que funcionarão como atrativos olfatórios para os artrópodes que colonizam as carcaças em decomposição.

A entomofauna frequentadora de cadáveres envolve tanto espécies que se alimentam dos tecidos em decomposição (necrófagos e onívoros), quanto espécies predadoras e parasitas das espécies necrófagas, e espécies visitantes ou acidentais que utilizam a carcaça apenas como abrigo temporário (SMITH, 1986; CATTS & GOFF, 1992). Dípteros e coleópteros constituem os principais atores nos processos de decomposição cadavérica entre os insetos necrófagos (CARVALHO & LINHARES, 2001; TURCHETTO & VANIN, 2004). Entre os dípteros, as famílias de maior importância forense são Calliphoridae, Muscidae, Fanniidae e Sarcophagidae (LINHARES, 1981; GREENBERG, 1991; CATTS & GOFF, 1992; CARVALHO *et al.*, 2000).

## 1.2 Estimativa do IPM

O intervalo pós-morte (IPM) corresponde ao período de tempo entre a ocorrência da morte e o momento em que o corpo é encontrado. Em casos de morte suspeita, a estimativa do IPM tem importância na reconstrução de eventos e de circunstâncias da morte, na conexão do suspeito à cena do crime ou à vítima e no estabelecimento da veracidade das informações fornecidas por testemunhas. O IPM também tem aplicações na área cível, em casos de morte natural, acidental ou suicídio, por ter implicações em questões de herança (GREENBERG, 2002).

A estimativa do IPM por métodos entomológicos baseia-se em padrões conhecidos de sucessão de insetos e no estágio de desenvolvimento dos insetos imaturos coletados no corpo em decomposição (VOSS *et al.*, 2011). Portanto, o conhecimento dos fatores que podem interferir na decomposição e na colonização do cadáver é de suma importância para o estabelecimento do IPM com precisão.

O modelo mais aceito para o cálculo do IPM é o linear, também chamado grau-dia acumulado (GDA), no qual são relacionados o tempo transcorrido para o desenvolvimento do inseto e a temperatura a que o inseto foi submetido. A multiplicação destes dois fatores fornece a quantidade de energia ou calor

acumulado que é requerido para completar etapas do ciclo de vida do inseto (OLIVEIRA-COSTA, 2008).

Nas fases iniciais da decomposição, a estimativa do IPM é realizada com base no estágio de desenvolvimento mais adiantado dos espécimes encontrados no cadáver (SMITH, 1986), geralmente, representados pelas larvas de moscas mais crescidas obtidas no corpo. Estas são então criadas até a fase adulta em condições controladas de temperatura e umidade para a identificação da espécie e estimativa da idade das larvas coletadas por meio da aplicação do cálculo do grau dia acumulado, considerando as condições de temperatura do local e dados da literatura sobre o tempo de desenvolvimento da espécie analisada (OLIVEIRA-COSTA, 2008). Assumindo-se que a chegada das moscas e oviposição ocorreram logo após a morte, a idade do exemplar mais velho coletado reflete o IPM mínimo.

Para corpos em adiantado estado de putrefação, a estimativa do IPM envolve a análise da composição da entomofauna cadavérica de acordo com um padrão de sucessão entomológica previamente estabelecido em estudos que retratem o mais precisamente possível as mesmas condições em que o corpo foi encontrado, considerando região, clima e circunstâncias da morte (OLIVEIRA-COSTA, 2008).

O principal objetivo deste trabalho foi analisar, entre as diferentes subáreas de produção de trabalhos dentro da entomologia forense, as principais variáveis avaliadas ou identificadas nos trabalhos científicos analisados que influenciam a estimativa do IPM, com a finalidade de sistematizar os dados obtidos nestes estudos. Dada a grande relevância da ordem díptera como evidência entomológica, este trabalho concentrou-se mais em dados sobre espécies deste grupo. Com isso, pretende-se desenvolver uma fonte de consulta sobre o tema, além de tecer considerações e apontamentos sobre aspectos que deveriam ser explorados em novas pesquisas, considerando principalmente publicações mais recentes.

## **2 FATORES INTERFERENTES**

Entre as várias contribuições e aplicações da entomologia forense em investigações policiais, a que mais se destaca é a determinação da cronotanagnose em casos de morte violenta, através da estimativa do IPM, o que requer conhecimentos sobre biologia, comportamento e distribuição das espécies necrófagas (VON ZUBEN, 2001; OLIVEIRA-COSTA, 2008).

No Brasil, existem pelo menos seis grandes grupos de pesquisa que desenvolvem trabalhos na área: em Campinas (UNICAMP), no Rio de Janeiro (UFRJ), em Curitiba (UFPR), no Amazonas (INPA), em São Paulo (UNESP) e em Brasília (UnB). O trabalho destes e de vários outros pesquisadores tem permitido a identificação de espécies de interesse forense e de padrões de sucessão na decomposição de carcaças, o que é de fundamental importância para o estabelecimento de dados necessários para a estimativa do IPM.

O conhecimento dos interferentes que podem alterar as fases de decomposição, a colonização e a sucessão das espécies no cadáver constitui outro requisito para a estimativa do IPM de forma confiável. Estes fatores, que seguem elencados sumariamente no quadro 1, podem influir basicamente na duração das fases de decomposição cadavérica, no acesso das espécies necrófagas ao corpo para oviposição, no tempo de desenvolvimento das espécies desde a eclosão das larvas até a emergência dos adultos e na composição da entomofauna.

## 2.1 Condições Climáticas

A temperatura constitui o principal fator que influencia a velocidade de decomposição e de colonização do corpo, devido à sua grande influência sobre a putrefação e a atividade dos insetos (MANN *et al.*, 1990; CAMPOBASSO *et al.*, 2001). Na estimativa do IPM, o cálculo do GDA, é um reflexo da imperatividade do fator temperatura no desenvolvimento dos insetos. Temperaturas muito baixas preservam o corpo de fenômenos putrefativos devido à inibição da atividade da microbiota, além de interferir diretamente na atividade e na taxa de desenvolvimento dos insetos, uma vez que estes são animais pecilotérmicos (CAMPOBASSO *et al.*, 2001).

**QUADRO 1** – Relação entre o tipo de interferência provocada pelas diversas variáveis analisadas e o efeito geral na estimativa do IPM.

Tipo de Interferência	Variáveis	Efeitos no IPM
Restrição ao acesso das espécies necrófagas	- Soterramento do corpo - Embrulhamento do corpo - Confinamento do corpo em ambiente fechado - Chuvas fortes - Comportamento noturno	Retardo no tempo de colonização
Alteração do tempo de desenvolvimento das espécies necrófagas	- Temperatura - Drogas <sup>1</sup> - Predatismo	Retardo ou aceleração do tempo de desenvolvimento larval, pupação e emergência do adulto
Alteração da taxa de decomposição do corpo	- Temperatura - Local - Vestimentas - Tamanho do corpo - Ferimentos <sup>2</sup>	Retardo ou aceleração na taxa de decomposição do corpo
Alteração na composição da entomofauna	- Sazonalidade - Local - Predatismo - Confinamento do corpo em ambiente fechado	Interfere no padrão de sucessão entomológica

Nota: <sup>1</sup> O efeito depende da droga utilizada. <sup>2</sup> Fator de efeito controverso na literatura.

Os muscóides geralmente constituem a primeira onda de insetos que chegam ao corpo, tendo importância destacada na estimativa do IPM e, para eles se manterem ativos, requerem temperatura mínima entre 5 e 13°C. Abaixo de 0°C, ovos e larvas fora do corpo podem morrer, no entanto, dentro do corpo, as larvas se mantêm ativas em baixas temperaturas devido à produção do calor metabólico (MANN *et al.*, 1990).

O calor metabólico corresponde ao aumento da temperatura provocado pela agregação e movimentação das larvas. A alteração da temperatura da carcaça em relação ao meio ambiente irá depender do tamanho das agregações (SLONE & GRUNER, 2007), de modo que se deve tomar a medida da temperatura e do tamanho da massa de larvas quando da realização das coletas em trabalhos de investigação pericial ou científica (OLIVEIRA-COSTA, 2008).

HIGLEY & HASKELL (2001) sugeriram a adoção como limiares mínimos de temperaturas os valores de 6°C para espécies de regiões temperadas e de 10°C para espécies de regiões tropicais. REITER (1984) estabeleceu como limite superior a temperatura de 30 °C. Embora haja esta tentativa de padronização, na realidade, os valores limites podem variar a depender das características fisiológicas de tolerância à temperatura de cada espécie (OLIVEIRA-COSTA, 2008), sendo apontada a necessidade de estudos para a determinação mais precisa destes limiares para as várias espécies de importância forense (SHEAN *et al.* 1993).

Durante as estações mais quentes do ano, a composição de espécies necrófagas coletadas em carcaças é diferente, e geralmente de maior variedade, em relação às estações mais frias, o que implica na necessidade de que os estudos de levantamento de entomofauna contemplem estas diferenças de sazonalidade, além de registrar com exatidão as condições de temperatura no ambiente e no interior da massa larval (CAMPOBASSO *et al.*, 2001; OLIVEIRA-COSTA, 2008).

SOUZA & LINHARES (1997) constataram um padrão sazonal definido para várias espécies em estudo no sudeste do Brasil, tendo observado que a maioria dos califorídeos tem preferência pela realização da oviposição nos meses mais quentes do ano, sendo que larvas de *Hemilucilia segmentaria* só foram encontradas durante as estações do verão e da primavera, enquanto, os sarcófagídeos *Peckia intermutans*, *Lyopygia ruficornis* e *Addiscochaeta ingens* só se reproduziram durante os meses mais frios do ano (outono e inverno).

A chuva não parece ter grande influência na atividade de larvas que já estejam se desenvolvendo no interior do corpo, porém, pode reduzir ou até mesmo impedir a chegada dos muscóides ao corpo, retardando a oviposição (MANN *et al.*, 1990; OLIVEIRA-COSTA *et al.*, 2001).

## 2.2 Local

Quando as condições do tempo são favoráveis, a chegada dos dípteros ao corpo e a oviposição ocorre dentro de poucos minutos após a morte (SMITH, 1986). No entanto, o local em que o cadáver está exposto pode afetar a velocidade de decomposição ou dificultar o acesso da entomofauna ao corpo.

Em geral, em locais onde o corpo é exposto à insolação direta, o processo de decomposição é favorecido, devido ao aumento da temperatura (CATTS, 1992). SHEAN *et al.* (1993) verificaram que a decomposição é bem mais rápida em carcaças expostas ao sol, tendo sido atingido o estágio final de esqueletização duas semanas mais cedo em relação a carcaças expostas em região sombreada. JOY *et al.* (2006) e SHARANOWSKI *et al.* (2008) ao examinarem este fator em diferentes estações do ano, concluíram que embora haja uma decomposição mais acelerada em habitats com insolação direta, a variação da temperatura ambiente provocada pela sazonalidade apresenta um maior peso na taxa de decomposição da carcaça. SHARANOWSKI *et al.* (2008) observaram que ocorre uma menor flutuação da temperatura em locais sombreados, sendo que estas regiões também apresentaram uma maior diversidade faunística em relação às carcaças expostas.

CENTENO *et al.* (2002) ao avaliarem a sucessão em carcaças de porcos em locais abrigados e locais expostos a céu aberto na Argentina, em todas as estações do ano, verificaram que as espécies *Cochliomyia macellaria* e *Lucilia cluvia* foram exclusivas das carcaças cobertas; *Calliphora vicina* foi espécie comum em ambas as situações estudadas; e as maiores discrepâncias quanto à composição da entomofauna ocorreram no inverno.

Além disso, a entomofauna pode variar em uma mesma região conforme se trate de uma zona urbana ou rural. Algumas espécies de insetos podem ser encontradas tanto em regiões urbanas, quanto em regiões rurais, enquanto outras espécies restringem sua distribuição a determinados habitats, estas últimas têm utilidade na determinação se houve ou não movimentação do corpo de um habitat para outro (CATTS & HASKELL, 1990). *C. vicina* e *Lucilia sericata* são descritas como espécies primariamente urbanas, enquanto *Calliphora vomitoria* é geralmente considerada de distribuição rural, com preferência por locais sombreados (SMITH, 1986). No Brasil, CARVALHO & LINHARES (2001) classificaram os dípteros califorídeos *Hemilucilia semidiaphana* e *H. segmentaria* e o sarcófagídeo *P. intermutans* como indicadores forenses de regiões florestadas. No entanto, o uso dessas informações isoladamente deve ser cauteloso, haja vista, a urbanização de algumas espécies antes consideradas restritas ao ambiente rural, a exemplo da espécie *C. vomitoria* (AMENDT *et al.*, 2004; GRASSBERGER & FRANK, 2004) e o encontro de espécies tipicamente urbanas em regiões rurais, a exemplo de *L. sericata* (VANIN *et al.*, 2008).

As espécies muscóides possuem diferenças na habilidade de adentrar locais fechados, como quartos, prédios, porta-malas de carros, porões e abrigos (POHJOISMAKI *et al.*, 2010). Estas diferenças resultam em atraso no início da colonização do corpo, além de alterações na composição da entomofauna associada a corpos confinados em relação a corpos expostos em locais abertos, conforme observado por GOFF (1991), em estudo realizado no Havaí, que relatou uma grande redução na diversidade de espécies coletadas em cadáveres encontrados em locais fechados. Sendo que as espécies mais comumente encontradas nestes casos são *C. vicina*, *C. vomitoria* e *L. sericata* (GREENBERG & KUNICH, 2002). POHJOISMAKI *et al.* (2010) verificaram um atraso entre três a quatro dias para a chegada dos primeiros muscóides em cadáveres confinados no interior de residências em nove casos analisados no sudeste da Finlândia.

Na morte por confinamento no interior de veículos, que constitui inclusive uma forma de suicídio, a elevação da temperatura provoca a decomposição mais acelerada do corpo, ao passo que a colonização é atrasada, conforme observado em trabalho de VOSS *et al.* (2008). Nesse estudo foi verificado que carcaças enclausuradas no interior de veículos estacionados em área parcialmente sombreada, com morte provocada por sufocação com monóxido de carbono, têm uma taxa de decomposição mais rápida em três a quatro dias em relação a carcaças expostas na superfície do solo, devido à temperatura mais alta dentro do veículo. Com relação à sucessão faunística, foi observado um atraso na chegada e na oviposição de moscas Calliphoridae, tendo sido sugerido um aumento no IPM entre 24 e 28 horas para estes casos.

### 2.3 Tamanho do Corpo

De acordo com estudos de SIMMONS *et al.* (2010a), aplicando análise em GDA sobre resultados obtidos em outros trabalhos publicados, o tamanho do corpo

não tem influência sobre a velocidade de decomposição na ausência de atividade da entomofauna. No entanto, quando os insetos estão presentes, a taxa de decomposição sofre uma forte influência do tamanho corporal, de forma que carcaças menores têm uma taxa de decomposição acelerada em relação a carcaças de tamanho maior, o que poderia ser explicado pelo menor volume de substrato disponível para ser consumido pelos insetos nas carcaças menores.

BLACKITH & BLACKITH (1990), analisando a sucessão entomológica em carcaças de animais pequenos (ratos e pássaros), asseveraram que devido à rápida velocidade de decomposição, essas carcaças podem falsear resultados de levantamento faunístico pela redução no número de espécies colonizadoras.

Apesar da grande variedade de animais utilizados como substrato para os estudos em entomologia forense, entre ratos, coelhos, cães, macacos e até aves e répteis, o porco doméstico (*Sus scrofa*) é amplamente aceito como modelo animal pela comunidade científica em razão de sua maior similaridade com o corpo humano em termos de quantidade de pêlos, dieta e fisiologia (OLIVEIRA-COSTA, 2008).

## 2.4 Tóxicos

A entomotoxicologia constitui uma nova área dentro da entomologia forense que consiste na utilização de métodos de análise toxicológica em artrópodes envolvidos na decomposição cadavérica para identificar a presença de drogas e toxinas nos tecidos do cadáver (INTRONA *et al.* 2001). A entomotoxicologia também se dedica a investigação do efeito dessas drogas no desenvolvimento dos insetos, já que essa constatação tem implicações na estimativa do IPM (GOFF & LORD, 1994).

Nos casos em que não se dispõe de tecidos para análise toxicológica devido ao avançado estado de decomposição do corpo, os insetos podem fornecer uma importante alternativa para a pesquisa de toxicantes. A pesquisa de toxicantes em insetos apresenta alguns aspectos vantajosos como a facilidade de coleta e a presença de menor quantidade de contaminantes do que os tecidos do corpo em degradação, que poderiam provocar interferência nos ensaios químicos (KINTZ *et al.*, 1990; OLIVEIRA-COSTA, 2008).

Diversas substâncias podem interferir na taxa de desenvolvimento dos imaturos, o que pode levar a erros na estimativa do IPM por métodos entomológicos (ESTRADA *et al.*, 2009). As alterações podem envolver diferentes aspectos no desenvolvimento dos insetos, sendo que nos trabalhos de entomotoxicologia as variáveis analisadas são o peso e comprimento das larvas em relação ao tempo de desenvolvimento, tempo para atingir a pupação, taxa de mortalidade larval e pupal, e tempo total de desenvolvimento.

Em trabalhos de GOFF *et al.* (1989; 1991) e estudo de caso de CATTS & HASKELL (1991), foi verificado que a cocaína e a heroína aceleram a taxa de desenvolvimento larval em moscas Sarcophagidae, podendo provocar grande alteração na estimativa do IPM.

Alguns antibióticos, como cefazolina e gentamicina, provocam redução na velocidade de desenvolvimento e na sobrevivência larval (SHERMAN *et al.*, 1995). O diazepam, droga do grupo dos benzodiazepínicos utilizado com tranquilizante e sedativo, aumenta a taxa de desenvolvimento larval e retarda a pupação e a emergência do adulto (CARVALHO *et al.*, 2001).

O'BRIEN & TURNER (2004), utilizando dosagens de paracetamol, fármaco amplamente utilizado como analgésico, adicionados em fígado suíno, observaram

um aumento significativo no crescimento larval, principalmente entre os dias dois e quatro do experimento.

Diante do exposto e de vários outros trabalhos que têm sido desenvolvidos, aponta-se como de grande relevância a realização sistemática de estudos no campo da entomotoxicologia forense sobre a influência de drogas de uso contínuo no desenvolvimento das principais espécies de insetos de interesse forense, dado a grande prevalência de uso dessas medicações na população.

## **2.5 Vestimentas**

A presença de vestimentas pode alterar a velocidade de decomposição e colonização do corpo acelerando ou retardando o processo. De um modo geral, apesar da escassez de trabalhos, pode-se afirmar que o embrulhamento do corpo entre camadas de tecido funciona como uma barreira à chegada dos insetos, o que pode atrasar a decomposição e a sucessão em vários dias (GOFF, 1992). No entanto, em corpos trajando roupas comuns, não há impedimento à invasão dos insetos, além de se obter um microambiente mais protegido e com melhores condições de umidade e temperatura que favorecem o desenvolvimento larval, o que pode levar a um aumento na velocidade de decomposição do corpo (MANN, 1990; CAMPOBASSO *et al.*, 2001).

Em trabalho de VOSS *et al.* (2011) sobre a influência das vestimentas, constituídas por roupas folgadas, sobre a decomposição e a sucessão em carcaças de suínos, foi verificado que a duração do estágio coliquativo foi marcadamente maior nas carcaças vestidas, com diferença de seis dias em relação às carcaças sem vestimentas. Além disso, os autores verificaram que a presença de roupas permitiu manter parte dos tecidos ressecados sobre o esqueleto no estágio seco. Com relação ao padrão de sucessão observou-se que a mosca *L. sericata* realizou oviposição 24 horas mais cedo na carcaça vestida e a mosca *Australophyra rostrata* realizou duas ondas de colonização na carcaça vestida, sendo estas no início e no final do estágio molhado, ao passo que na carcaça sem vestimenta só houve uma onda de colonização no início do estágio coliquativo.

## **2.6 Ferimentos**

Os dípteros preferencialmente colocam seus ovos nas cavidades naturais do corpo (boca, narinas, ouvidos, olhos, ânus e vagina), ou em suas adjacências de modo a oferecer um local protegido e úmido para o desenvolvimento de sua prole (ASHWORTH & WALL, 1994; CAMPOBASSO *et al.*, 2001; CROSS & SIMMONS, 2010). A presença de ferimentos também constitui um local atrativo para a oviposição. No entanto, há divergências quanto à influência dos ferimentos na velocidade de decomposição do corpo. De acordo com MANN *et al.* (1990), VASS *et al.* (1992) e CAMPOBASSO *et al.* (2001) os traumas atraem preferencialmente os insetos para a oviposição e aceleram a taxa de decomposição do corpo. Em trabalhos mais recentes, como CROSS & SIMMONS (2010) e KELLY (2006), não foram verificadas diferenças entre os grupos com ferimentos e sem ferimentos, sendo apontados problemas metodológicos de falta de dados quantitativos nos trabalhos anteriores. De qualquer modo, os ferimentos, de um modo geral, fornecem um local atrativo e propício à oviposição e ao desenvolvimento larval, o que constitui um fator que dificulta a análise de circunstâncias da morte com base nas características dos ferimentos encontrados no corpo.



## 2.7 Soterramento

O soterramento do corpo constitui uma forma comum de ocultação do cadáver em casos de morte criminosa e pode restringir o acesso de muitos dos artrópodes envolvidos na sucessão cadavérica (CAMPOBASSO *et al.*, 2001).

As espécies necrófagas encontradas em cadáveres enterrados podem ser decorrentes de uma colonização do corpo previamente ao soterramento, ou da chegada de espécies que têm a habilidade de penetrar o solo até alcançar o substrato. LUNDT (1964) relataram que moscas Phoridae conseguem atingir corpos enterrados em profundidade de até 50 cm em quatro dias, ao passo que moscas *Muscina* spp. realizam postura na superfície e as larvas eclodidas migram pelo solo até chegar à carcaça.

De acordo com RODRIGUEZ & BASS (1985), os dípteros não conseguem colonizar corpos enterrados em profundidade superior a 30 cm, e acima de 60 cm não há qualquer sinal de atividade entomológica.

PAYNE *et al.* (1968) verificaram que enquanto na decomposição de carcaças de porcos expostos ocorre uma redução de peso de 90% em sete dias, devido principalmente ao consumo da biomassa pela atividade larval, em carcaças soterradas, a redução de peso é bem mais lenta, havendo uma redução de apenas 20% durante um período de seis a oito semanas.

SIMMONS *et al.* (2010b) demonstraram não haver diferenças significativas na taxa de decomposição entre carcaças enterradas, confinadas em ambiente fechado e submersas em água, o que coloca a ausência de atividade da entomofauna como um dos principais fatores responsáveis pelo atraso na decomposição. BACHMANN & SIMMONS (2010) calcularam um aumento em torno de 30% na velocidade de decomposição quando a carcaça é exposta à colonização por um período de cinco horas antes do soterramento.

## 2.8 Comportamento Noturno

Tendo em vista a importância destacada dos dípteros em ocorrências médico-criminais, pois geralmente são os primeiros insetos a encontrar o corpo (SMITH, 1986; CATTS, 1992), alguns estudos têm se concentrado na análise do comportamento das principais espécies de moscas de importância forense.

Considerando que a maioria dos homicídios ocorre à noite, o comportamento noturno dos dípteros tem grande implicação no cálculo do IPM (CATTS, 1992). Neste sentido, apesar da escassez de trabalhos e de observações discrepantes na literatura publicada, as moscas são geralmente apontadas como inativas durante a noite, o que pode levar a uma alteração na estimativa do IPM de até 12 horas (PAYNE, 1965; CATTS, 1992; AMENDT *et al.*, 2008; OLIVEIRA-COSTA, 2008).

TEESMER *et al.*, (1995) utilizando como iscas carcaças de aves domésticas, na presença e na ausência de luz artificial e natural (claridade da lua) durante a noite, só observaram a ocorrência de oviposição por moscas Calliphoridae durante o dia. OLIVEIRA-COSTA *et al.*, (2001) não verificaram a ocorrência de oviposição noturna em cadáveres humanos. AMENDT *et al.*, (2008) investigando a postura à noite em condições controladas em laboratório e a campo, não constataram oviposição noturna em condições naturais. WOOLDRIDGE *et al.* (2007), analisando o comportamento de *C. vomitoria* e *L. sericata* frente ao estímulo luminoso, demonstraram que a diminuição da intensidade da luz provoca uma diminuição da atividade das moscas, que não é alterada pela presença de iscas de fígado nas armadilhas.

Em contraste a estes resultados, GREENBERG (1990) observou a oviposição noturna de *C. vicina*, *L. sericata* e *Phormia regina* (dípteros Calliphoridae) em pedaços de carne, no entanto, conforme apontado por SINGH & BARTHI (2001), a disposição da isca junto a arbustos pode ter favorecido a chegada de moscas que já estavam descansando nas proximidades. Estes últimos autores, ao realizarem um experimento para afastar este problema metodológico, concordaram com Greenberg quanto à oviposição noturna de califorídeos. Porém deve-se ressaltar que em ambos os estudos, foi constatado que a quantidade de ovos e a probabilidade de oviposição foram bastante reduzidas em relação ao período diurno. BALDRIDGE *et al.* (2006), após vários experimentos utilizando diferentes iscas em zona rural e urbana, observaram a postura de ovos à noite por *Phaenicia coeruleiviridis*, *C. macellaria* e *Neobellieria bullata* uma única vez em uma carcaça de porco em um sítio rural iluminado, também em quantidades limitadas.

Diante do exposto, depreende-se que é possível que algumas espécies de muscóides realizem postura à noite, no entanto, a maioria apresenta atividade apenas durante o dia. Deve-se ressaltar a necessidade de que cada região realize estudos neste aspecto, considerando as principais espécies de interesse forense, já que no cálculo do IPM deve ser adicionada a quantidade de horas durante a noite em que não há atividade e oviposição da espécie considerada (AMENDT *et al.*, 2004).

## 2.9 Predatismo

A interação larval entre as espécies da entomofauna que colonizam o cadáver também constitui um fator importante a ser considerado no comportamento das moscas, já que, na competição por espaço e alimento, algumas espécies podem realizar predatismo facultativo sobre outras. Dentre estas espécies se destacam *Chrysomya albiceps* e *C. rufifacies*, que foram introduzidas na América há aproximadamente quatro décadas e têm influenciado bastante as espécies nativas, provocando deslocamento ou extinção das mesmas (WELLS & GREENBERG, 1992; AGUIAR-COELHO *et al.*, 1995; FARIA *et al.*, 1999).

Em estudos comparativos entre colônias puras e mistas de larvas da espécie de *C. albiceps* com larvas da espécie *C. macellaria*, foi verificado que as larvas abandonam a dieta mais precocemente nas culturas mistas (AGUIAR-COELHO *et al.*, 1995), o que provoca uma redução de peso das larvas maduras, além disso, estes autores registraram uma queda de mais de 70 % na taxa de sobrevivência de *C. macellaria* nas culturas mistas com *C. albiceps*. A taxa de mortalidade pode chegar a 99% para larvas de *L. sericata* devido à atividade predatória de *C. albiceps* (GRASSBERGER *et al.*, 2003). ROSA *et al.* (2006), ao avaliar o predatismo de *C. albiceps* em diferentes condições de abundância de alimento, verificaram que houve a completa eliminação de larvas de *C. megacephala* e *C. macellaria* em todos os experimentos.

O risco de predação constitui um fator que também pode influenciar na oviposição dos dípteros, conforme trabalho de GIÃO & GODOY (2007), ao relatarem que *L. eximia* e *Chrysomya megacephala* evitaram realizar a postura em substratos onde havia larvas de *C. albiceps*.

Algumas espécies de formigas, particularmente *Solenopsis* sp., podem provocar um efeito significativo de redução na velocidade de decomposição, devido à remoção de ovos colocados pelos dípteros no corpo (PAYNE, 1965; GREENBERG, 1991).

Sendo assim, na presença de espécies predadoras, a composição da entomofauna cadavérica pode ser bastante alterada, havendo a possibilidade de redução e até mesmo eliminação de populações larvais de outras espécies, o que deve ser considerado na estimativa do IPM (GRASSBERGER *et al.*, 2003; ROSA *et al.*, 2006).

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A determinação do IPM constitui uma tarefa difícil, em que a precisão é em grande parte dificultada pela amplitude da variabilidade biológica (AMENDT *et al.*, 2011). Neste sentido, é de grande importância que haja a preocupação por parte dos pesquisadores em produzir trabalhos visando abordar a diversidade de condições que podem ser encontradas em uma cena de crime, de modo a se obter dados de maior aplicabilidade aos casos investigados (VOSS *et al.*, 2011). Isso depende em grande extensão do estabelecimento de uma interlocução contínua entre a pesquisa e a perícia.

Os aspectos analisados reforçam a tese de que a cooperação entre os diferentes profissionais envolvidos na elucidação de casos médico-criminais é imprescindível para uma completa e correta interpretação das evidências levantadas em cenas de crime, auspiciando a ideia de atuação de equipes multiprofissionais nas investigações (CAMPOBASSO & INTRONA, 2001). A atualização constante dos profissionais envolvidos nestes levantamentos, com a busca de literatura nova sobre o tema, pode contribuir bastante para a obtenção de laudos mais precisos.

Uma vez que, as espécies necrófagas e seus hábitos variam geograficamente, é de grande relevância a realização de estudos no Brasil sobre a influência dos diferentes fatores que podem interferir na colonização e no padrão de sucessão entomológica de corpos ou carcaças em decomposição, de modo a contemplar a ampla variação de vegetação e clima entre as regiões brasileiras. Adicionalmente, a realização constante de estudos nesta área também adquiriu grande relevância frente ao cenário atual de mudanças climáticas, e seu potencial de impactar a distribuição de espécies de importância forense (TURCHETTO & VANIN, 2004).

Neste contexto, deve-se considerar o efeito da perturbação provocada pela amostragem nos estudos realizados conforme dados obtidos em trabalhos recentes (BACHMANN & SIMMONS, 2010; CROSS & SIMMONS, 2010; DE JONG *et al.*, 2011), sendo indicada a utilização de controles em que não são feitas intervenções ao longo do período do experimento. Além disso, a padronização da aplicação do conceito de GDA constitui um elemento crítico na análise da taxa de decomposição para que estudos realizados em diferentes condições possam ser comparados, e deveria, portanto ser sistematicamente utilizado nos trabalhos desenvolvidos (KRUGER *et al.*, 2010; SIMMONS *et al.*, 2010a; 2010b).

### REFERÊNCIAS

AGUIAR-COELHO, V. M. *et al.* Associações entre larvas de *Cochliomyia macellaria* (Fabricius) e *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) (Diptera, Calliphoridae) em condições experimentais. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 12, n. 4, p. 983-90, 1995.

AMENDT, J. *et al.* Forensic entomology. **Naturwissenschaften**, v. 91, p. 51-65, 2004.

AMENDT, J. *et al.* Forensic entomology: applications and limitations. **Forensic Science, Medicine and Pathology**, v.7, n. 4, p. 379-92, 2011.

AMENDT, J. *et al.* The nocturnal oviposition behavior of blowflies (Diptera: Calliphoridae) in Central Europe and its forensic implications. **Forensic Science International**, v. 175, p. 61–64, 2008.

ASHWORTH, J. R.; WALL, R. Responses of the sheep blowflies *Lucilia sericata* and *L. cuprina* to odour and the development of semiochemical baits. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 8, p. 303–9, 1994.

BACHMANN, J.; SIMMONS, T. The Influence of Preburial Insect Access on the Decomposition Rate. **Journal of Forensic Sciences**, v.55, n. 4, 2010.

BALDRIDGE, *et al.* Investigation of nocturnal oviposition by necrophilous flies in central Texas. **Journal of Forensic Sciences**, v. 51, n. 1, 2006.

BLACKITH, R. E.; BLACKITH, R. M. Insect infestations of small corpses. **Journal of Natural History**, v. 24, p. 699-709, 1990.

BURKEPILE, D. E. *et al.* Chemically mediated competition between microbes and animals: microbes as consumers in food webs. **Ecology**, v. 87, p.2821–31, 2006.

CAMPOBASSO, C. P.; INTRONA, F. The forensic entomologist in the context of the forensic pathologist's role. **Forensic Science International**, n. 120, p. 132–139, 2001.

CAMPOBASSO, C.P. *et al.* Factors affecting decomposition and Diptera colonization. **Forensic Science International**, v. 120, p. 18–27, 2001.

CARVALHO, L. M. *et al.* A checklist of arthropods associated with pig carrion and human corpses in Southeastern Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 95, p. 135-8, 2000.

CARVALHO, L. M. *et al.* Determination of drug levels and the effect of diazepam on the growth of necrophagous flies of forensic importance in southeastern Brazil. **Forensic Science International**, v. 120, p. 140-44, 2001.

CARVALHO, L. M.; LINHARES, A. X. Seasonality of insect succession and pig carcass decomposition in a natural forest in Southeastern Brazil. **Journal of Forensic Sciences**, v. 46, p. 604-8, 2001.

CATTS, E. P. Problems in estimating the post-mortem interval in death investigations. **Journal of Agricultural Entomology**, v. 9, p. 245–55, 1992.

CATTS, E. P.; GOFF, M. L. Forensic entomology in criminal investigations. **Annual Review of Entomology**, v. 37, p.253–72, 1992.

CATTS, E. P.; HASKELL, N. H. **Entomology and death: a procedural guide**. South Carolina: Joyce's Print Shop, 1990.180 p.

CENTENO, N. *et al.* Seasonal patterns of arthropods occurring on sheltered and unsheltered pig carcasses in Buenos Aires province (Argentina). **Forensic Science International**, v. 126, n. 1, p. 63-70, 2002.

CROSS, P.; SIMMONS, T. The Influence of Penetrative Trauma on the Rate of Decomposition. **Journal of Forensic Sciences**, v. 55, n. 2, 2010.

DE JONG, G. D. *et al.* G. Effect of Investigator Disturbance in Experimental Forensic Entomology: Carcass Biomass Loss and Temperature. **Journal of Forensic Sciences**, v. 56, n. 1, 2011.

ESTRADA, D. A. *et al.* Taxa de Desenvolvimento de *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) (Diptera: Calliphoridae) em Dieta Artificial Acrescida de Tecido Animal para Uso Forense. **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 2, p. 203-207, 2009.

FARIA, L. D. B. *et al.* Larval predation by *Chrysomya albiceps* on *Cochliomyia macellaria*, *Chrysomya megacephala* and *Chrysomya putoria*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 90, p. 149-155, 1999.

GIÃO, J. Z.; GODOY, W. A. C. Ovipositional Behavior in Predator and Prey Blowflies. **Journal of Insect Behavior**, v. 20, n. 1, 2007.

GOFF, M. L. *et al.* The effect of cocaine in tissues on the development of *Boettcherisca peregrina* (Diptera: Sarcophagidae). **Journal of Medical Entomology**, v. 26, p.91-93, 1989.

GOFF, M.L. Comparison of insect species associated with decomposing remains recovered inside dwellings and outdoors on the Island of Oahu, Hawaii. **Journal of Forensic Sciences**, v. 36, p. 748–753, 1991.

GOFF, M. L. *et al.* Effect of heroin in decomposing tissues on the development rate of *Boettcherisca peregrina* (Diptera, Sarcophagidae) and implications of this effect on estimation of postmortem intervals using arthropod development patterns. **Journal of Forensic Sciences**, v. 36, n. 2, p. 537-542, 1991.

GOFF M.L. Problems in estimation of postmortem interval resulting from the wrapping of a corpse: a case study from Hawaii. **Journal of Agricultural Entomology**, v. 9, n. 4, p.237-43, 1992.

GOFF, M.L.; LORD, W. Entomotoxicology: a new area for forensic investigation. **Forensic Science, Medicine and Pathology**, v. 15, n. 1, p. 51–57, 1994.

GRASSBERGER, M. *et al.* The blowfly *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) (Diptera: Calliphoridae) as a new forensic indicator in Central Europe. **International Journal of Legal Medicine**, v.117, p. 75-81, 2003.

GRASSBERGER, M.; FRANK, C. Initial Study of Arthropod Succession on Pig Carrion in a Central European Urban Habitat. **Journal of Medical Entomology**, v. 41, n. 3, p. 511-523, 2004.

GREENBERG, B. Nocturnal oviposition behavior of blow flies (Diptera: Calliphoridae). **Journal of Medical Entomology**, v. 27, n. 5, p. 807-10, 1990.

GREENBERG, B. Flies as forensic indicators. **Journal of Medical Entomology**, v. 28, p. 565-77, 1991.

GREENBERG, B.; KUNICH, J. C. **Entomology and the law: flies as forensic indicators**. Cambridge: Univ. Press, 2002.

HIGLEY, L. G.; HASKELL, N. H. Insect development and forensic entomology. In: BYRD, J. A.; CASTNER, J. L. (eds). **Forensic entomology: the utility of arthropods in investigations**. Boca Ranton: CRC Press, p. 287-302, 2001.

INTRONA, F. *et al.* Entomotoxicology. **Forensic Science International**, v. 120, p.42-47, 2001.

JOY, J. E. *et al.* Carrion fly (Diptera: Calliphoridae) larval colonization of sunlit and shaded pig carcasses in West Virginia, USA. **Forensic Science International**, v. 164, p. 183–192, 2006.

KEH, B. Scope and applications of forensic entomology. **Annual Review of Entomology**, v. 30, p. 137–54, 1985.

KELLY, J. A. **The influence of clothing, wrapping and physical trauma on carcass decomposition and arthropod succession** [PhD Thesis]. Bloemfontein, Free State, South Africa: Faculty of Natural and Agricultural Sciences, Department of Zoology and Entomology, University of the Free State, South Africa, 2006.

KINTZ, P. *et al.* Fly larvae: a new toxicological method of investigation in forensic science. **Journal of Forensic Sciences**, v. 35, p.204-07, 1990.

KRUGER, R. F. *et al.* Rate of development of forensically-important Diptera in southern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, n. 4, p. 624–629, 2010.

LINHARES, A. X. Synanthropy of Muscidae, Fanniidae and Anthomyiidae (Diptera) in the city of Campinas, São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 25, p. 231-43, 1981.

LUNDT, H. Ecological observation about invasion of insects into carcasses buried in soil. **Pedobiologia**, v. 4, p. 158-80, 1964.

MANN, R.W.; BASS, W. M.; MEADOWS, L. Time since death and decomposition of the human body: variables and observations in case and experimental field studies. **Journal of Forensic Sciences**, v.35, n.1, p.103-11, 1990.

O'BRIEN, C.; TURNER, B. Impact of paracetamol on *Calliphora vicina* larval development. **International Journal of Legal Medicine**, v. 118, p. 188–189, 2004.

OLIVEIRA-COSTA, J. **Entomologia forense: quando os insetos são vestígios**. 2 ed. Campinas: Millenium, 2008. 257p.

OLIVEIRA-COSTA, J. *et al.* Influência de diferentes fatores na frequência de dípteros muscóides em cadáveres humanos no Rio de Janeiro. **Boletim do Museu Nacional**, v. 470, p. 1-10, 2001.

PAYNE, J.A. A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus. **Ecology**, n. 46, p. 592–602, 1965.

PAYNE, J.A. *et al.* Arthropod succession and decomposition of buried pig. **Nature**, v. 219, p. 1180–81, 1968.

POHJOISMAKI, J. L. O. *et al.* Indoors forensic entomology: Colonization of human remains in closed environments by specific species of sarcosaprophagous flies. **Forensic Science International**, v. 199, p. 38–42, 2010.

REITER, C. Zum Wachstumsverhalten der maden der blauen Schmeissfliege *Calliphora vicina*. **Zeitschrift für Rechtsmedizin**, v. 91, p. 295-308, 1984.

RODRIGUEZ, W. C.; BASS, W. M. Decomposition of buried bodies and methods that may aid in their location. **Journal of Forensic Sciences**, v. 30, n. 3, p. 836–52, 1985.

ROSA, G. S. *et al.* The Dynamics of intraguild predation in *Chrysomya albiceps* Wied. (Diptera: Calliphoridae): interactions between instars and species under different abundances of food. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 6, p. 775-780 , 2006.

SHARANOWSKI, B. J. *et al.* Insect succession and decomposition patterns on shaded and sunlit carrion in Saskatchewan in three different seasons. **Forensic Science International**, v. 179, p. 219–240, 2008.

SHEAN, B. S. *et al.* Observations of differential decomposition on sun exposed v. shaded pig carrion in coastal Washington State. **Journal of Forensic Sciences**, v. 38, n. 4, p. 938-49, 1993.

SHERMAN, R. A. *et al.* Effects of seven antibiotics on the growth and development of *Phaenicia sericata* (Diptera: Calliphoridae) larvae. **Journal of Medical Entomology**, v. 32, n. 5, p. 646-49, 1995.

SIMMONS, T. *et al.* Debugging decomposition data: comparative taphonomic studies and the influence of insects and carcass size on decomposition rate. **Journal of Forensic Sciences**, v. 55, n.1, p. 8-13, 2010a.

SIMMONS, T. *et al.* The Influence of Insects on Decomposition Rate in Buried and Surface Remains. **Journal of Forensic Sciences**, v. 55, n. 4, p. 888-892, 2010b.

SINGH, D., BHARTI, M. Further observations on the nocturnal oviposition behavior of blow flies (Diptera: Calliphoridae). **Forensic Science International**, v. 120, p. 124-26, 2001.

SLONE, D. H.; GRUNER, S. V. Thermoregulation in larval aggregations of carrion-feeding blow flies (Diptera: Calliphoridae). **Journal of Medical Entomology**, v. 44, n. 3, p. 516-23, 2007.

SMITH, K. G. V. **A manual of forensic entomology**. London: The Trustees, British Museum, 1986. 205 p.

SOUZA, A. M.; LINHARES, A. X. Diptera and Coleoptera of potential forensic importance in southeastern Brazil: relative abundance and seasonality. **Medical and Veterinary Entomology**, n. 11, p. 8-12, 1997.

TEESMER, J. W. *et al.* Circadian patterns of oviposition by necrophilous flies (Diptera: Calliphoridae) in southern Louisiana. **Southwestern Entomology**, v. 20, n. 4, p. 439-45, 1995.

TURCHETTO, M.; VANIN, S. Forensic entomology and climatic change. **Forensic Science International**, v. 146, p. 207-9, 2004.

VANIN, S. *et al.* Use of *Lucilia* species for forensic investigations in Southern Europe. **Forensic Science International**, v. 177, p. 37-41, 2008.

VASS, A. A. *et al.* Time since death determinations of human cadavers using soil solution. **Journal of Forensic Sciences**, v. 37, n. 5, p. 1236-1253, 1992.

VON ZUBEN, C. J. Zoologia aplicada: recentes avanços em estudos de entomologia forense. **Entomology y Vectores**, v. 8, n. 2, p. 173-83, 2001.

VOSS, S. C. *et al.* Decomposition and insect succession of clothed and unclothed carcasses in Western Australia. **Forensic Science International**, v. 211, p. 67-75, 2011.

VOSS, S. C. *et al.* Decomposition and insect succession on cadavers inside a vehicle environment. **Forensic Science, Medicine and Pathology**, v. 4, p. 22-32, 2008.

WELLS, J.D.; GREENBERG, B. Rates of predation by *Chrysomya rufifacies* (Macquart) on *Cochliomyia macellaria*(Fabr.) (Diptera: Calliphoridae) in the



laboratory: Effect of predator and prey development. **The Pan-Pacific Entomologist**, v. 68, p. 12-14, 1992.

WOOLDRIDGE, J. *et al.* Flight activity of the blowflies, *Calliphora vomitoria* and *Lucilia sericata*, in the dark. **Forensic Science International**, v. 172, p. 94–97, 2007.