



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

SILVESTRE SANTOS CARVALHO

**FAUNA DE CALIFORÍDEOS (DIPTERA, CALLIPHORIDAE) DE IMPORTÂNCIA
FORENSE ASSOCIADA A CARCAÇA DE SUÍNO (*Sus scrofa domesticus* L.) EM UM
FRAGMENTO ECOTONAL**

**ARAGUATINS-TO
2023**

SILVESTRE SANTOS CARVALHO

**FAUNA DE CALIFORÍDEOS (DIPTERA, CALLIPHORIDAE) DE IMPORTÂNCIA
FORENSE ASSOCIADA A CARCAÇA DE SUÍNO (*Sus scrofa domesticus* L.) EM UM
FRAGMENTO ECOTONAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso Superior de
Licenciatura em Ciências Biológicas do
Campus Araguatins, do Instituto Federal do
Tocantins, como exigência à obtenção do título
de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Darcy Alves do
Bomfim

**ARAGUATINS - TO
2023**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

C331f Carvalho, Silvestre Santos

Fauna de califorídeos (Diptera, Calliphoridae) de importância forense associada a carcaça de suíno (*Sus scrofa domesticus* L.) em um fragmento ecotonal / Silvestre Santos Carvalho. – Araguatins, TO, 2023.
48 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus Araguatins, Araguatins, TO, 2023.

Orientadora: Dra. Darcy Alves do Bomfim

1. Entomologia Forense. 2. Post mortem. 3. Fauna cadavérica. I. Bomfim, Darcy Alves do. II. Título.

CDD 570

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
Campus Araguatins

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: COMPOSIÇÃO DA FAUNA DE CALIFORÍDEOS (DIPTERA, CALLIPHORIDAE) DE INTERESSE FORENSE ASSOCIADOS A CARÇA DE SUÍNO (*SUS SCROFA DOMESTICUS* L.), EM FRAGMENTO FLORESTAL,

AUTOR: Silvestre Santos Carvalho

ORIENTADOR: Profa. Dra. Darcy Alves do Bomfim

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Aprovado (a) em 13 de dezembro de 2023.



Documento assinado eletronicamente por **Darcy Alves do Bomfim, Servidora**, em 04/01/2024, às 15:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Maria Josinete Araujo Costa, Servidora**, em 04/01/2024, às 15:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Danilo Henrique da Matta, Servidor**, em 04/01/2024, às 19:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.iftoc.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2194124** e o código CRC **5274F43D**.

Dedico este trabalho aos meus pais e ao meu
companheiro Vitor Costa, que se fizeram
presentes em todo o percurso, cooperando para
a concretização do que um dia foi sonhado por
nós.

AGRADECIMENTOS

Agradeço meus pais por todo apoio prestado, por toda paciência e carinho ao longo dessa jornada.

Agradeço ao companheiro Vitor Costa, que esteve comigo durante todos os dias, me auxiliando em pontos cruciais.

Agradeço a minha orientadora que não mediu esforços para cooperar comigo durante todo o trabalho, sem a mesma muitas coisas não poderiam ser alcançadas.

Agradeço ao Tiago Scapini, o qual se mostrou bastante empolgado com a pesquisa ajudando-nos em todo o processo.

Agradeço a toda minha equipe do laboratório de entomologia, a qual foi extremamente crucial para que as metas e objetivo fossem alcançados.

Agradeço ao IFTO – Campus Araguatins e ao CNPQ os quais viabilizaram a execução do projeto.

De tanto ouvir seu zunido, de tanto compreender seu prenúncio, acaba-se por lhes dar pouca atenção, minimizando a sua presença e até por ignorá-las. Todavia, pela sua antiguidade de aparecimento, pela amplitude de sua distribuição universal, pelo número de suas espécies e pelos préstimos que em muitas áreas utilitárias têm produzido para os humanos, nunca houve como ignorá-las (Vanrell, 2019).

RESUMO

A Entomologia Forense é a área da ciência que faz uso do conhecimento a respeito dos aspectos ecológicos de insetos para determinar parâmetros correlacionados à morte, essas informações, como o ciclo de vida de insetos de interesse forense, auxiliam nas investigações de mortes naturais, não naturais e crimes. Sendo que os insetos da ordem Diptera, são considerados os de maior interesse para estudos forenses, essas moscas são comumente as primeiras a colonizarem a matéria em decomposição. A família Calliphoridae apresenta várias espécies que estão associadas ao ambiente antrópico e são de grande importância forense, quando presentes em cadáveres humanos são úteis em investigações criminais, e são particularmente utilizadas para determinar o intervalo *post mortem*. Dada a sua importância e aplicabilidade em estudos relativos à entomologia forense, o presente estudo teve como objetivo principal elencar a composição e abundância da fauna de califorídeos associados ao processo de decomposição de carcaça de suínos. Para isso foram realizadas coletas com armadilhas e coleta manual de insetos adultos e em estágio larval nas carcaças dos animais que foram colocadas dentro de uma área de transição de floresta Amazônica e Cerrado, sob gaiolas de madeira com dimensões de 1 × 1 m, circundada com tela de plástico que permitia a entrada de insetos. Durante o experimento os insetos da família Calliphoridae foram amplamente encontrados em todos os estágios de decomposição, com uma frequência maior no estágio de decomposição ativa, as espécies encontradas e identificadas utilizando chave dicotômicas de Carvalho e Ribeiro (2000) foram: *Calliphora loyesi* (Mello, 1962); *Calliphora vicina* (Robineau-Desvoidy, 1830) *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819); *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794); *Chrysomya putoria* (Wiedemann, 1818); *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel, 1858); *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775); *Hemilucilia benoisti* (Séguy, 1925); *Hemilucilia segmentaria* (Fabricius, 1805); *Hemilucilia souzalopesi* (Mello, 1972); *Lucilia cuprina* (Wiedemann, 1830); *Lucilia eximia* (Wiedemann, 1819); *Lucilia purpurescens* (Walker, 1837) e *Lucilia sericata* (Meigen, 1826). Dentre as espécies encontradas as mais abundantes foram a *Chrysomya albiceps* seguida da *Chrysomya megacephala*. A inexistência de dados científicos que permitissem a aplicação da entomologia forense no extremo Norte do Tocantins poderá ser suprida com as informações que o estudo fornece sobre a fauna de califorídeos, as informações obtidas por meio das coletas diretas em carcaças de suínos, animal modelo utilizado para a obtenção de dados entomológicos da fauna cadavérica, possibilitará o fornecimento de dados que permitam a utilização dessa ciência na região.

Palavras-chave: Entomologia Forense. *Post mortem*. Fauna Cadavérica.

ABSTRACT

Forensic Entomology is the scientific field that utilizes knowledge about the ecological aspects of insects to determine parameters related to death. This information, such as the life cycle of insects of forensic interest, aids in investigations of natural and unnatural deaths, including crimes. In forensic studies, insects of the Diptera order are considered of greatest interest, as these flies are commonly the first to colonize decomposing matter. The Calliphoridae family comprises several species associated with the anthropic environment and holds significant forensic importance. When present on human corpses, these flies are valuable in criminal investigations, particularly for determining the post-mortem interval. Given their importance and applicability in forensic entomology studies, this research aimed to list the composition and abundance of blowfly fauna associated with the process of swine carcass decomposition. Collection methods involved traps and manual collection of adult insects and larvae on carcasses placed in a transition area between the Amazon rainforest and Cerrado, enclosed in 1 × 1 m wooden cages surrounded by plastic mesh to allow insect entry. Throughout the experiment, Calliphoridae family insects were widely found in all stages of decomposition, with a higher frequency in the active decomposition stage. The species identified using Carvalho and Ribeiro dichotomous key (2000) included *Calliphora lopesi* (Mello, 1962); *Calliphora vicina* (Robineau-Desvoidy, 1830); *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819); *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794); *Chrysomya putoria* (Wiedemann, 1818); *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel, 1858); *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775); *Hemilucilia benoisti* (Séguy, 1925); *Hemilucilia segmentaria* (Fabricius, 1805); *Hemilucilia souzalopesi* (Mello, 1972); *Lucilia cuprina* (Wiedemann, 1830); *Lucilia eximia* (Wiedemann, 1819); *Lucilia purpurescens* (Walker, 1837), and *Lucilia sericata* (Meigen, 1826). Among these, *Chrysomya albiceps* and *Chrysomya megacephala* were the most abundant. The lack of scientific data for forensic entomology in the extreme North of Tocantins could be addressed by the information provided in this study regarding the blowfly fauna. The data obtained through direct collections on swine carcasses, a model animal for entomological data collection on cadaveric fauna, will facilitate the utilization of this science in the region.

Keywords: Forensic Entomology. *Post mortem*. Cadaveric Fauna.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - gaiola suspensa elevada a uma altura de 15 centímetros do solo, sendo sustentada por suportes construídos em madeira e revestida por tela em plástico.....25
- Figura 2 - Armadilhas do tipo Pitfalls, com furos. Essa armadilha é enterrada apenas de forma em que sua abertura fique nivelada com a superfície.....25
- Figura 3 - Armadilha do tipo suspensa modificada, confeccionada de organza branca, posicionada em forma de funil invertido.....26
- Figura 4 - Flutuação populacional da espécie *Chrysomya albiceps* (Diptera; Calliphoridae) associada a carcaça de suíno em Araguatins – TO, no período de novembro a dezembro de 2021.....33
- Figura 5 - Flutuação populacional da soma do número de indivíduos de todas as espécies encontradas por data de amostragem de Diptera: Calliphoridae (Arthropoda: Hexapoda) associados a carcaça de suíno em Araguatins - TO, no período de novembro a dezembro de 2021.....35

LISTA DE GRÁFICOS E TABELA

Tabela 1 - Resultado da análise faunística das espécies da família Calliphoridae associados a carcaça de suíno em Araguatins, TO no período de novembro a dezembro de 2021.....30

Tabela 2 - Resultado de modelos ajustados pelo método stepwise entre a espécie predominante de Calliphoridae e fatores meteorológicos associados a carcaça de suíno, em Araguatins – TO, no período de novembro a dezembro de 2021.....36

Tabela 3 - Número médio ($\pm$ erro padrão) da duração do período de larva-adulto (dias) dos insetos da família Calliphoridae associados a carcaça de suíno, em Araguatins – TO, no período de novembro a dezembro de 2021.....38

.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

a.C	Antes de Cristo
Aw	Atividade de água
CEUA	Comitê de Ética para Uso de Animais
e.g.	“Por exemplo” ou “para fins de exemplo”.
h	horas
i.e.	“Isto é” ou “em outras palavras”.
IC	Intervalo de confiança
IFTO	Instituto federal do Tocantins
IPM	<i>intervalo Post mortem</i>
LD	<i>Limite de dominância</i>
ML	mililitros
MM	milímetro
TO	Tocantins

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 Entomologia forense.....	15
2.2 Ordem Diptera.....	17
2.3 Família Calliphoridae.	19
2.4 Sucessões entomológicas	20
3. METODOLOGIA	24
3.1 Caracterização do local da pesquisa	24
3.2 Realização do experimento	24
3.3 Amostragem e identificação da Dipterofauna	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
REFERÊNCIAS	42

1. INTRODUÇÃO

As moscas da família Calliphoridae, comumente chamadas de varejeiras, são importantes no processo de decomposição animal logo, o conhecimento do padrão de sucessão em cadáveres, a identificação das espécies e a duração dos estágios do ciclo de vida dessa família podem ser úteis em investigações forenses, especialmente na estimativa do intervalo *Post mortem* (IPM) (Barrett *et al.*, 2022).

Varejeiras são insetos necrófagos, que permitem estimativas de IPM devido à previsibilidade de seu ciclo de vida em associação com um cadáver (Brownlow *et al.*, 2023), pois, os estágios de vida do inseto coletado do cadáver ou carcaça é a ferramenta mais confiável para estimar o IPM mínimo, sendo assim, dados de crescimento e desenvolvimento de insetos, especialmente de espécies de moscas necrófagas pertencentes à família de Calliphoridae foram mais comumente usadas por entomologistas, para estimar o IPM (Palavesam *et al.*, 2023).

Isso ocorre, devido ao fato de que quando que uma mosca fêmea grávida aceita o cadáver como um local adequado, os ovos, ou às vezes as larvas do primeiro instar, são depositados na carcaça em locais úmidos e ricos em proteínas, onde as larvas podem emergir. Frequentemente isso ocorrerá em orifícios naturais ou feridas (Brownlow *et al.*, 2023).

Sendo assim, a eficiência desse grupo para a ciência forense se dá devido ao fato de que a fauna de califorídeos, que são uns dos primeiros a colonizarem o cadáver, de um local pode impactar de maneira significativa no laudo pericial, indicando se houve ou não a locomoção do corpo em questão. As moscas varejeiras são amplamente difundidas, abundantes e podem ser facilmente coletadas, o que as tornam relevantes para estudos forenses (Brownlow *et al.*, 2023; Butterworth *et al.*, 2023; Macedo, 2019).

Na entomologia forense, particularmente em homicídios, quando um corpo é escondido, tem-se um desafio para os investigadores estimarem o tempo da ocorrência devido aos métodos empregados pelos perpetradores para esconder o corpo ou suas partes constituintes, da detecção. Por isso, a regularidade do ciclo de vida dos insetos necrófagos para determinar o intervalo *Post mortem* é amplamente empregada, mas pode ser uma técnica não confiável se usada sem uma compreensão clara dos fatores que afetam o acesso do inseto e o comportamento de oviposição em restos ocultos (Brownlow *et al.*, 2023).

Além dessas particularidades as espécies de califorídeos apresentam níveis de variação morfológica em resposta às variáveis ambientais bióticas (e.g., competição) e abióticas (i.e., sazonalidade), dado isso, estudos que levem em consideração fatores ambientais, são importantes no campo da entomologia forense (Macedo, 2019) nos diferentes tipos de

ambientes, inclusive os ecotonais.

A decomposição do corpo e a sucessão de artrópodes são afetadas por muitos fatores e exibem variações regionais substanciais (Hu *et al.*, 2023). Portanto, estudos detalhados de sucessão em diferentes regiões biogeográficas, que levem em consideração fatores bióticos e abióticos são necessários para a compreensão dos padrões sucessionais de insetos em vários ambientes, dessa forma é indispensável o conhecimento acerca de padrões de colonização por essas moscas.

Ainda não existiam estudos relativos à família Calliphoridae de interesse forense no Estado do Tocantins, apesar desse grupo de insetos estar entre os mais importantes para uso na determinação do intervalo *Post mortem* e outros parâmetros utilizados em questões criminais. Dessa forma, o trabalho se propôs a fazer um estudo da fauna de califorídeos de interesse forense, associados ao processo de decomposição de suínos (*Sus scrofa domesticus* L.) em um fragmento ecotonal, avaliando medidas faunísticas de abundância, frequência relativa, dominância e constância por meio do software SAS Institute, versão 9.0.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Entomologia forense

A entomologia, do grego Éntomon, que significa "inseto" e deriva do radical "éntomos" - dividido – pode ser definida como o estudo relativo aos insetos, a qual vem sendo utilizada desde Aristóteles (384 – 322 a.C.) para atemperar relações entre os insetos e o ambiente, plantas, animais e com o homem. Um dos ramos da dessa ciência é a Entomologia Forense (Cavallari, 2008; Silva, 2017).

A Entomologia Forense segundo Silva (2017), pode ser considerada como a área da Biologia, que aplica estudos relativos a insetos e outros artrópodes que, em associação com procedimentos periciais, possuem o propósito de descobrir informações relevantes para uma investigação. Todavia apesar de ser uma ciência cujos primeiros registros referem-se ao ano de 1235, a mesma só passou a ser reconhecida e utilizada nas últimas décadas.

Esse ramo da ciência utiliza os dados a respeito do comportamento dos insetos como, a sucessão entomológica em carcaças, seus padrões comportamentais, as taxas de desenvolvimento das espécies e outros dados, que podem ser utilizados como evidências entomológicas para elucidar questões judiciais como o intervalo *Post mortem*, a natureza do crime, a detecção de entorpecentes ou até mesmo identificação de materiais biológicos na cena de crime (Eulalio, 2019).

Essa ciência vem ganhando importância e, quando bem aplicada torna-se peça importante nas investigações policiais. O autor Silva (2017), menciona que, a primeira aplicação da entomologia forense documentada, refere-se ao caso de um homicídio ocorrido relatado em um manual Chinês de Medicina Legal do século XIII, onde, um lavrador apareceu degolado por um instrumento de ação cortante, e por meio da interação das moscas com o instrumento utilizado que ainda continha vestígios sanguíneos, foi possível identificar o autor do crime.

Segundo Barbosa *et al.* (2012), a entomologia auxilia inclusive em investigações sobre homicídios, mortes envolvendo alto consumo de drogas, maus tratos e negligência com crianças e idosos. Através dessa ciência é possível avaliar os diferentes estágios de decomposição de um cadáver. Isso contribui efetivamente para a resolução de casos específicos.

Os estudos relativos à entomologia no Brasil iniciaram-se em meados dos anos de 1908 a 1909, com os trabalhos pioneiros de Roquette-Pinto e Oscar Freire, que notaram a grande diversidade da fauna de insetos necrófagos e a possibilidade de aplicação direta de métodos desenvolvidos na Europa. Dessa forma, os mesmos identificaram que essa diversidade poderia

ser utilizada como evidência física nas perícias, seja em causas cíveis, empresariais ou criminais (Pujol-Luz *et al.*, 2008; Figueira *et al.*, 2015).

A entomologia forense está ganhando reconhecimento internacional, devido a sua aplicabilidade que abrange também, investigações que tratam de pessoas vivas, mas que precisam de cuidados, pois ela é capaz de revelar informações sobre casos de negligência. Os insetos necrófagos são importantes na decomposição de cadáveres, a estreita associação entre insetos e cadáveres e o uso de insetos em investigações médico-criminais é objeto de entomologia forense (Amendt *et al.*, 2000; Amendt *et al.*, 2004).

Pesquisas sobre a Entomologia Forense são recentes, mas passam por um acelerado desenvolvimento, inclusive no Brasil, destacando-se núcleos especializados de estudo no Rio de Janeiro e em São Paulo e, os esforços nacionais resultaram na criação do NEnt/UnB em Brasília. Devido a sua grande importância para a elucidação das questões judiciais, é urgente que haja a disseminação deste conhecimento, principalmente entre os policiais que chegam ao local do crime (Miranda *et al.*, 2006).

Nas últimas décadas, pesquisas nessa área vem obtendo progressos significativos, peritos criminais e legistas passaram a contar com o auxílio dos insetos e sua ecologia para aprimorar seu trabalho. Mas ainda existem lacunas, em relação à taxonomia, biologia e ecologia dos principais grupos de moscas necrófagos, além da falta de integração entre os entomologistas e a polícia (Miranda *et al.*, 2006; Pujol-Luz *et al.*, 2008).

Os insetos exercem um papel fundamental há séculos na humanidade, desde o tratamento de doenças até a decomposição de matéria orgânica, eles são de grande importância no ramo criminal, uma vez que os insetos necrófagos podem ser vestígios e fonte de informação para as investigações policiais. Dessa forma, dados a respeito da ecologia dos insetos são eficazes para elucidar questões de investigações médico-legais ou médico-criminais, logo, esses insetos podem conferir validação principalmente, a cronotanatognose, que é o intervalo de tempo entre a morte e a data em que o corpo da vítima foi encontrado (Corrêa *et al.*, 2020).

Através dos insetos presentes no cadáver é possível indicar se, o corpo foi realocado após a morte, como eram as condições de higiene em casos de crimes associados a maus tratos, se há presença de drogas ou veneno no cadáver. Toda via a constante evolução das ciências forenses representam um desafio para os médicos e especialistas forenses, dos quais se espera uma qualificação atual e habilidades e competências mais abrangentes (Cândido, 2008; Cecchi *et al.*, 2022).

Os insetos que possuem maior importância forense são representados, principalmente pelas moscas, da ordem Diptera, que em geral, são os primeiros a encontrarem o corpo em

decomposição, sendo o grupo mais utilizados na estimativa do IPM. Informações acerca da Dipterofauna cadavérica, podem ser aplicadas também em investigações que envolvem o tráfico de entorpecentes e morte violenta, prestando esclarecimentos quanto à causa da morte e o lugar de ocorrência do infortúnio (Miranda *et al.*, 2006; Fernandes, 2014).

2.2 Ordem Diptera

A ordem Diptera é composta de moscas, mosquitos e afins, essa ordem se destaca por ser um dos grupos de insetos mais diversos, tanto ecologicamente quanto em termos de riqueza de espécies. Esses grupos de insetos estão distribuídos por todos os continentes, incluindo a Antártica, e colonizam uma variedade de habitats. Tantos os insetos adultos quanto as larvas de dípteros desempenham papéis importantes no ecossistema. Além disso, pode-se afirmar que o único habitat ainda inexplorado por dípteros é o mar aberto (Pinho, 2008).

A ordem Diptera é uma das maiores entre os insetos, e a maioria de suas espécies apresenta uma distribuição cosmopolita. O que distingue grande parte dos dípteros dos outros insetos alados é a presença de apenas um par de asas, situado na parte anterior do corpo. O par posterior é uma estrutura clavada chamada de halteres, desempenhando um papel crucial no equilíbrio (Brito *et al.*, 2008).

Estima-se que existam 150 mil espécies de Diptera descritas, classificadas em cerca de 10 mil gêneros, de 188 famílias, vale ressaltar que mais da metade das espécies tenham larvas com hábitos aquáticos, toda via, uma pequena proporção das famílias da ordem é estritamente aquática (Pinho, 2008).

A ordem Diptera se subdivide em duas sub-ordens principais: Nematocera e Brachycera. A subordem Brachycera inclui dípteros caracterizados por antenas compostas por três a cinco segmentos, sendo que o último segmento pode apresentar anéis ou portar uma arista. Dentro de Brachycera, especificamente na infraordem Muscomorpha (anteriormente denominada subordem Cyclorrapha), encontra-se na super-família Muscoidea. Esses insetos são conhecidos como dípteros superiores ou dípteros muscóides (Brito *et al.*, 2008).

A variação morfológica das larvas em dípteros é tão significativa que não há um traço distintivo que diferencie outras ordens de insetos, o único atributo compartilhado por todos os dípteros, é a ausência de pernas torácicas. A estrutura da cabeça das larvas de Diptera podem variar desde uma cápsula cefálica completa, esclerosada e exposta, com peças bucais aptas a morder e mastigar, até formas reduzidas em diversos graus. Algumas dessas estruturas podem ser parciais ou totalmente inseridas no reforço, apresentando peças bucais modificadas para picar e raspar (Pinho, 2008).

A entomologia forense relaciona os insetos necrófagos com processos legais, os crimes violentos se enquadram nessa categoria e os insetos da ordem Diptera são os mais associados a esse fenômeno devido a sua grande variedade. Estudos realizados sobre a Dipterofauna cadavérica no Brasil são relatados desde meados de 1908, época em que surgiram as primeiras publicações acerca do tema. Desde então vem sendo realizados estudos relativos aos insetos que participam do processo de decomposição cadavérica (Cavallari, 2008; Chaves, 2016).

Essa ordem é considerada um dos principais grupos de importância forense pelo grande número de espécies pertencentes a essa ordem que utilizam carcaças em decomposição como substrato de criação, esses insetos se sentem altamente atraídos pela carne em deterioração, além de serem os primeiros a colonizarem a matéria em decomposição. Essas características podem ser utilizadas para revelar como e quando a morte ocorreu, se houve transferência ou não do cadáver após a sua morte, ou se a morte foi natural ou criminosa (Faria, 2013; Barbosa *et al.*, 2012).

Os dípteros representam um grupo de extrema relevância para a criminalística graças a essa capacidade de encontrar corpos em decomposição. Dentre as 160 famílias de indivíduos da ordem Diptera a família Calliphoridae (Diptera) apresenta o maior número de espécies que estão associadas ao ambiente antrópico e são de grande importância e forense. Algumas características fazem com que essas moscas sejam as primeiras a chegarem no local do crime, sendo, portanto, testemunhas preciosíssimas (Carreira *et al.*, 2008; Fernandes, 2014).

Várias espécies de dípteros colonizam rapidamente cadáveres humanos e são potencialmente úteis em estudos forenses devido a essa rapidez (Carvalho *et al.*, 2008). Os dípteros necrófagos utilizam matéria orgânica em decomposição como fonte proteica em ao menos uma das suas fases de vida, dessa forma, o conhecimento taxonômico dessa fauna é importante para estudos forenses.

As moscas estão entre as quatro ordens de inseto megadiversos encontrados frequentemente em estudos da fauna cadavérica a partir de experimentos com carcaças de animais. No Brasil, em função da elevada biodiversidade, com espécies entomológicas específicas, faz-se necessária a caracterização e identificação dessas espécies de interesse forense, a proposta de estudos da biodiversidade de Diptera é um passo inicial em direção ao conhecimento mais amplo desse grupo de insetos de interesse forense. A compreensão mais aprofundada da ecologia dos insetos permitirá gerar ferramentas técnicas que poderão ser utilizadas para solucionar problemas das ciências forenses (Fernandes, 2014; Cândido, 2008).

Em seu estudo, Cândido (2008), fala sobre o comportamento de espécies de Diptera de

interesse forense. Ele notou que, as famílias Muscidae e Sarcophagidae apresentaram as menores distribuições, toda via a família Calliphoridae apresentou a maior distribuição de insetos presentes no estudo. Sendo que a Família Calliphoridae apresentou um pico de coleta no período de 06 de março de 2008 a 14 de março de 2008 (época mais úmida) e com redução no número total desses indivíduos no dia 17 de abril de 2008, período em que geralmente se iniciam as estiagens.

2.3 Família Calliphoridae.

Os Calliphoridae constituem uma família heterogênea encontrada em todas as regiões zoogeográficas, com mais de 1.000 espécies e 150 gêneros descritos. As moscas de sopro são de grande relevância para entomologia forense. Os califorídeos são cosmopolitas e importantes agentes na decomposição da matéria orgânica. Quando presentes em cadáveres humanos são úteis em investigações criminais, e são particularmente utilizadas para determinar o Intervalo *Post mortem* (Kosmann *et al.*, 2013; Cavalcante *et al.*, 2015).

Membros da família Calliphoridae estão entre os insetos mais abundantes, familiares e mais antigos conhecidos, o desenvolvimento larval de espécies dessa família já era conhecido em 1550 a.C. Esta família inclui espécies cujas larvas são vorazes e competitivas, sendo o grupo mais importante no processo de decomposição.

A decomposição é um processo cuja cronologia pode ser determinada não apenas por uma série de eventos (químicos e físicos), mas também pelos grupos de insetos com nichos específicos que ocupam diferentes fases (Oliveira, 2009). A decomposição de vertebrados terrestres é dominada pela ação de muitos insetos, principalmente os insetos sarcossaprófagos da família Calliphoridae.

Os dípteros da família Calliphoridae, possuem espécies necrófagas associadas ao ambiente humano, estando entre os insetos de maior destaque nesse aspecto. Algumas das espécies de importância forense, criadas a partir de cadáveres humanos ou carcaças de suínos são: *Chrysomya albiceps*, *Chrysomya putoria*, *Hemilucilia segmentaria* e *Hemilucilia semidiaphana* (Monteiro *et al.*, 2014; Carvalho *et al.*, 2000).

A família Calliphoridae possui espécies necrófagas associadas ao ambiente humano, estando entre os insetos de maior destaque nesse aspecto e estão entre os principais responsáveis pela decomposição de cadáveres humanos no meio ambiente. Isso porque essas moscas alimentam-se das carcaças tanto na fase adulta como na fase imatura. Por isso, são considerados

de importantes na entomologia forense (Monteiro *et al.*, 2014; Beuter *et al.*, 1957).

Essa família é amplamente conhecida por liderar a colonização de cadáveres e suas taxas de desenvolvimento. Segundo um estudo desenvolvido por Vélez *et al.* (2008), foi possível concluir que em geral, as altas temperaturas produzem uma aceleração no desenvolvimento das espécies criadas em dois locais diferentes, enquanto as baixas temperaturas para *C. nigribasis*, prolongaram o tempo usado para completar o desenvolvimento.

Os califorídeos são sarcosaprófago e/ou coprófago, sendo considerados importantes agentes no processo de deterioração de matéria vegetal e animal. Existem 29 gêneros e 99 espécies reconhecidas distribuídas em sete subfamílias, quatro delas ocorrem no Brasil: Calliphorinae (três gêneros e oito espécies), Chrysomyinae (sete gêneros e 28 espécies), Mesembrinellinae (nove gêneros e 33 espécies) e Toxotarsinae (sete gêneros e 11 espécies) (Goff, 2001; Kosmann *et al.*, 2013).

De acordo com Cândido (2008), algumas espécies de dípteros da família Calliphoridae podem ser encontradas em centros urbanos. Logo, a associação dessas espécies a corpos encontrados em meio rural pode sugerir que a vítima tenha sido levada para o ponto onde foi encontrada. Logo, moscas apresentam habitat específico, além de distinta preferência em realizar posturas em ambientes internos ou externos.

Outro dado muito importante, evidenciado por Cândido (2008), com material em decomposição, foi que, considerando-se as variáveis ambientais observou-se que a temperatura oscilou na faixa dos 27 °C durante todo o experimento e não houve interferência marcante dos extremos de temperatura em relação ao número de indivíduos que frequentaram a isca feita com material em decomposição. Contudo, para as temperaturas anotadas observou-se que os indivíduos da família Calliphoridae apresentaram os maiores valores relativos de coleta, indicando maior adaptação a esses valores de temperatura.

2.4 Sucessões entomológicas

Durante muitos anos, os insetos foram ignorados no campo da investigação forense, mas, com o desenvolvimento do estudo da ecologia, da biologia e da sucessão dos insetos sarcosaprófagos, este grupo tornou-se importante para estudos forenses. Através do uso de animais modelo, como o porco doméstico (*Sus scrofa domesticus* L.), pode-se estudar as sucessões de insetos necrófagos, sendo possível evidenciar os dados obtidos para os humanos, devido a uma semelhança biológica e funcional entre eles (Almeida, 2008).

De acordo com Almeida (2008) a sucessão de insetos necrófagos, pode ser estabelecida

por meio da análise e associação de cada fase de decomposição que pode ser delimitada a partir das espécies encontradas. Depois os dados obtidos serão confrontados com os dados dos diferentes estágios de decomposição do cadáver, de modo a obter um padrão de sucessões entomológicas.

Para a aplicação da Entomologia Forense em investigações criminais é fundamental que se conheça a fauna associada a carcaças em decomposição na região, pois cada bioma possui sua fauna e condições locais próprias, o que interfere de maneira direta na sucessão de espécies ao longo da decomposição. Logo são necessários estudos regionais para definir padrões de sucessão em cadáveres de cada região e bioma (Carvalho, 2016).

De acordo com Nunes (2017) cada momento da putrefação cadavérica oferece condições e características próprias, assim cada etapa atrai diferentes grupos de insetos. Estudo da sucessão e o reconhecimento das espécies envolvidas nesse processo podem auxiliar na estimativa do IPM. Para que haja uma estimativa do IPM são necessárias espécies necrófagas, pois elas utilizam matéria orgânica em decomposição como fonte de proteína e para ovoposição, isso acelera a putrefação e a desintegração do corpo.

Por IPM entende-se a estimativa do período decorrido entre a morte de um indivíduo e a descoberta do seu corpo (Buekenhout, 2014) A determinação do intervalo *Post mortem* é essencial para a investigação policial, pois auxilia na reconstrução da cena e da dinâmica do crime. Além disso, o IPM é importante para questões sucessórias.

Os métodos para determinar o IPM são dependentes tanto da forma da morte, quanto das condições ambientais, sobretudo do clima no local de encontro do cadáver. A temperatura e umidade são fatores que influenciam no processo de decomposição cadavéricos e, assim dificultam a determinação correta do IPM (Garrido *et al.*, 2014).

Além disso cada fase de putrefação atrai um determinado grupo de insetos, pois a decomposição cadavérica engloba uma série de processos de desintegração físico-química consecutivos, cujo tempo de início e fim depende de fatores internos e externos que cercam o cadáver, essa característica é capaz de determinar quais espécies estarão presentes no corpo naquele momento. Logo o conhecimento desses processos é essencial para a determinação da hora aproximada da morte (Julca, 2016).

Fatores como: altitude, condições meteorológicas, cobertura vegetal entre outros, podem afetar de forma significativa o processo de decomposição e a fauna decompositora, por isso dá-se a importância de estudos locais de levantamento de espécies de interesse forense (Tavares, 2003). Os estágios de decomposição são classificados em: inicial, putrefação, putrefação escura, fermentação e seco ou final. As diferentes altitudes, através de variações de

temperatura e umidade relativa, influenciaram diretamente na frequência das espécies coletadas e criadas nas carcaças.

Para Cândido (2008) os conhecimentos entomológicos devem ser aplicados, pois, após a morte, o corpo passa por diferentes estágios de decomposição (entre eles, queda de temperatura, rigidez, fase gasosa e putrefação) e cada um deles atrai diferentes espécies de insetos que visitam, alimentam-se e/ou utilizam os cadáveres para depositar seus ovos ou larvas.

A Medicina Legal tem utilizado diferentes ferramentas capazes de auxiliar na determinação do intervalo *Post mortem*. No entanto, as ferramentas utilizadas comumente pelos peritos, nem sempre são suficientes na determinação do IPM (Rodrigues, 2014). A descoberta de um corpo pode suscitar questões sobre as circunstâncias em que a morte ocorreu, o que não pode ser possível aferir por meio dos métodos adotados pela medicina legal, toda via as mesmas podem ser esclarecidas através de vestígios entomológicos.

O ideal é que o entomologista forense faça parte da equipe de profissionais que é chamada pela primeira vez para a cena da morte (Carvalho *et al.*, 2000). Logo, dependendo de como o cadáver for manuseado antes da chegada do entomologista ao local da morte pode haver mudanças na composição da fauna cadavérica implicando na alteração dos vestígios entomológicos.

Um corpo exposto representa um habitat temporário e fonte de alimento para uma variedade de organismos que se estendem desde bactérias e fungos até vertebrados, os insetos estão presentes em todas as fases de decomposição, o que os tornam extremamente valiosos para a estimativa do intervalo *Post mortem* (Carvalho *et al.*, 2000). Além disso, vale ressaltar que, a estimativa do intervalo *Post mortem* é fundamental para a reavaliação dos eventos que envolveram a morte de um indivíduo (Buekenhout, 2014).

A aplicação de defensivos agrícolas em carcaças deve ser levada em consideração no momento do uso de dados entomológicos, pois alteram principalmente a abundância, composição e colonização dos insetos nas carcaças, além de alterar o tempo de decomposição (Eulalio, 2019).

Segundo Nunes (2017), o conhecimento sobre o processo de decomposição dos cadáveres é fundamental para fazer a estimativa do intervalo *Post mortem*, mas alguns fatores influenciam no processo de decomposição. A estimativa de IMP, considerando a entomologia, pode ocorrer de duas formas: a primeira é observando-se o substrato onde foi feita a oviposição logo depois da morte; e a segunda é fazendo-se a determinação da idade daqueles insetos, prevendo a sequência na sucessão da fauna.

Exames toxicológicos e moleculares desses insetos podem ajudar a revelar a causa da

morte ou mesmo a identidade de uma vítima, ao associar uma larva a sua última refeição, A análise de larvas pode demonstrar o período de abandono de humanos ou animais (Amendt *et al.*, 2011). Para maior precisão na hora de determinar a hora em que o indivíduo foi morto, o chamado intervalo *Post mortem*, foram criadas técnicas, como o estudo da Diptero fauna cadavérica.

O Brasil é um país com grande diversidade biológica e elevado número de espécies, os biomas e fatores abióticos variam muito, por isso é essencial que se tenha dados específicos para cada região. Esse conhecimento pode auxiliar no estabelecimento do perfil genético e na identificação de marcadores que apontem para populações específicas de insetos (Fernandes, 2014; Cândido, 2008).

3. METODOLOGIA

3.1 Caracterização do local da pesquisa

O estudo foi conduzido em um fragmento da Reserva Legal do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - Campus Araguatins, que está localizado no povoado Santa Tereza no município de Araguatins – TO. A área é constituída de floresta fechada com extensão igual a 28,03 hectares. O clima da região é, de acordo com a classificação de Köppen, quente e úmido (Aw), com uma estação seca nos meses de abril a setembro e com uma estação chuvosa de outubro a maio, apresentando precipitação anual em média de 1.500 mm, a temperatura varia, durante o ano, entre 24 °C a 30 °C (Araújo *et al.*, 2008; Carvalho *et al.*, 2011).

A área onde foram feitas as coletas, fica a cerca de 1,78 km de distância da área urbanizada do Campus Araguatins do IFTO, possuindo uma vegetação densa desde a borda, longe do ambiente antrópico, sendo uma área de transição de floresta Amazônica e Cerrado, classificada como ecotonal (Vidotto, 2007).

3.2 Realização do experimento

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética para Uso de Animais – CEUA/IFTO, com aprovação segundo processo SEI 23233.016453/2021-52, o estudo foi conduzido no período de novembro a dezembro de 2021. Para isso foram utilizados dois suínos domésticos (*Sus scrofa domestica* L.) fêmeas pesando cerca de 10 kg, obtidos da granja do IFTO - campus Araguatins. O suíno é animal modelo nas investigações de sucessão cadavérica devido à sua constituição dérmica e relação entre torso e membros semelhante ao dos humanos (Catts, 1992).

Os animais foram mortos por disparo de arma de fogo na região occipital, etapa realizada por policial lotado na Polícia civil do estado do Tocantins sob vistoria de médico veterinário inscrito no Conselho Regional de Medicina Veterinária do Tocantins com Nº 1445. Após serem mortos os animais foram devidamente transportados até o local do experimento. Onde foi aplicada a metodologia adaptada de Monteiro-Filho e Penereiro (1987), as carcaças foram colocadas em gaiolas confeccionadas em madeira com dimensões de 1 × 1 m, circundada com tela de plástico que permitia a entrada de insetos, mas impedia o acesso de predadores e carniceiros de grande porte. A gaiola ficou suspensa sobre suportes de madeira a 15 cm do solo (Figura 1).

Figura 1 - Gaiola suspensa elevada a uma altura de 15 centímetros do solo, sendo sustentada por suportes construídos em madeira e revestida por tela em plástico.



Fonte: Dados da pesquisa

3.3 Amostragem e identificação da Dipterofauna

Foram coletados insetos adultos e imaturos que estiveram presentes nas armadilhas ao longo do processo de decomposição das carcaças. Para isso foram utilizados três tipos de coletas sendo a) coleta em bandejas sob a carcaça b) amostragem de adultos alados, c) coleta com armadilha do tipo Pitfalls (Figura 2) e d) coletas em diferentes partes da carcaça.

Figura 2 - Armadilhas do tipo Pitfalls, com furos. Essa armadilha é enterrada apenas de forma em que sua abertura fique nivelada com a superfície.



Fonte: Dados da pesquisa

As bandejas munidas de serragem aquecida em micro-ondas passaram por uma triagem inicial na qual foram retirados os insetos adultos presentes, os quais foram armazenados em álcool 70% e os insetos jovens juntamente com a serragem foram acondicionados em recipientes cobertos com tecido do tipo organza para aguardar a emergência de adultos em temperatura ambiente.

Para amostragem de adultos alados foram instaladas, cobrindo as gaiolas, a partir de uma altura de 40cm de altura do solo, uma armadilha confeccionada de organza branca, posicionada em forma de funil invertido (Figura 3). A qual possuía uma abertura na extremidade superior, onde fora fixado um pote contendo uma solução de água e sabão neutro líquido onde os insetos que abandonaram a carcaça pela parte superior caíram.

Figura 3 – Armadilha do tipo suspensa modificada, confeccionada de organza branca, posicionada em forma de funil invertido



Fonte: Dados da pesquisa.

Para amostragem dos insetos de solo foram utilizadas oito armadilhas de solo (Pitfalls), que consistiram em recipientes plásticos com abertura de 13cm de diâmetro, enterradas no nível do solo, contendo água e sabão neutro líquido dentro, as armadilhas foram colocadas a 1,0 m

da carcaça e equidistantes 1 m entre si, ao redor da mesma.

Para as coletas de indivíduos em estágio larval, foram feitas coletas em diferentes partes da carcaça: orifício da bala, boca, narina, orelha, ânus e vagina. As larvas coletadas foram separadas e mantidas em potes com serragem umedecida, etiquetas contendo informações como, o dia da coleta, local da coleta e de qual animal foi coletado. Os potes foram provisionados com carne suína para continuarem o desenvolvimento até pupação.

As coletas se iniciaram 24 h após a morte do animal, as quais foram realizadas diariamente durante 11 dias, que corresponde a fase de decomposição ativa, após esse período em intervalos de 48 horas, sempre das 08 h às 10 h, até completar 28 dias de experimento. Os insetos coletados foram mantidos em recipientes contendo álcool a 70% e identificados em laboratório até o menor nível taxonômico possível.

A partir de um estudo conduzido por Sales (2015), foi possível verificar em dias/horas o ciclo de vida de um dos insetos de interesse forense, *Paralucilia fulvinota* (Bigot, 1877) (Diptera: Calliphoridae). Apresentando como resultado o intervalo das fases larvais desse inseto de interesse forense: O primeiro instar larval (L1) teve duração média de 0,5 dias (12 horas); o segundo (L2) 1,5 dias (36 h) e o terceiro (L3) 2,9 dias (70 h). O tempo total de L1 a L3 foi em média 4,9 dias (118 h), de pupa 5,6 dias (134 h) e o tempo total de larva a adulto foi em média ~13 dias (315h).

Para a caracterização da Dipterofauna associada à carcaça de suíno foram avaliadas as medidas faunísticas de abundância, frequência relativa, dominância e constância por meio do software SAS Institute, versão 9.0. Para a determinação das espécies em abundância foram utilizados intervalos de confiança a 5% e a 1% de probabilidade para serem estabelecidas as classes: muito abundante que foram determinadas quando o número de indivíduos foi maior que o limite superior do IC a 1%); abundante quando o valor esteve situado entre os limites superiores do IC a 5 e a 1%; comum quando o número de indivíduos esteve situado dentro do IC a 5%; dispersa quando o valor esteve situado entre os limites inferiores do IC a 5 e a 1%; e rara quando o número de indivíduos foi menor que o limite inferior do IC a 1% (Garcia *et al.*, 1998).

As classes de frequência de uma espécie com relação ao total de indivíduos coletados com 5% de probabilidade, foi estabelecida conforme proposta por Thomazini *et al.* (2002). Assim as espécies foram consideradas em: muito frequente, quando a frequência foi maior que o limite superior do IC a 5%; frequente quando a frequência foi situada dentro do IC a 5%; e pouco frequente quando a frequência foi menor que o limite inferior do IC a 5%.

O índice de dominância corresponde à proporção do total de capturas que corresponde

à espécie dominante. O organismo dominante é aquele que recebe impacto do meio e adapta-se a ele (Silveira-Neto *et al.* 1976; Southwood, 1995). O limite de dominância (LD) foi calculado pela equação: $LD = (1/S) \times 100$, onde: LD = Limite de dominância, S = número total de espécies por amostra (Sakagami *et al.*, 1971). A espécie considerada dominante é aquela cuja frequência absoluta for igual ou superior ao LD.

A constância é a medida faunística da porcentagem de ocorrência das espécies em um levantamento (Silveira-Neto *et al.*, 1976). A medida de constância para cada espécie foi calculada pela equação: $C = (P/N) \times 100$, sendo: C = Constância, P = número de coletas contendo a espécie, N = número total de coletas realizadas. As classes de constância foram estabelecidas pelo cálculo do intervalo de confiança (IC) da média aritmética a 5% de probabilidade.

As espécies foram distribuídas nas seguintes classes: constante (w), quando a porcentagem de coletas contendo a espécie foi maior do que o limite superior do IC; acessória (y), quando a porcentagem de coletas contendo a espécie situou-se dentro do IC e acidental (z), quando a porcentagem de coletas contendo a espécie foi menor que o limite inferior do IC.

O cálculo do Intervalo *Post mortem*, que corresponde ao período entre a ocorrência da morte e o momento em que o corpo foi encontrado, foi estimado a partir da análise do desenvolvimento dos estágios imaturos até o aparecimento do adulto. Esse cálculo indica quando ocorreu a colonização de insetos no cadáver (Amendt *et al.*, 2006; Costa, 2011).

Para a estimativa do intervalo *Post mortem* foi realizado o cálculo da emergência dos adultos em laboratório, subtraído do tempo de início das atividades dos insetos no cadáver, a qual foi determinada pelo estágio larval (L1) em que foram coletados.

O processo de decomposição dos suínos foi dividido em estágios de acordo com Bornemissza (1957) o qual divide em: Estágio I – fresco; Estágio II – putrefação ou inchaço; Estágio III – putrefação escura ou decomposição ativa; Estágio IV - fermentação ou decomposição avançada; Estágio V – seco ou final.

A influência de fatores meteorológicos foi avaliada para as espécies de Calliphoridae, utilizando a análise de regressão múltipla pelo método Stepwise, no qual foi considerado o nível de 10% de significância para a inclusão de variável independente. Os fatores meteorológicos considerados foram: temperatura média (°C), precipitação pluvial (mm), umidade relativa (%) e radiação solar, registrados pelo INMET - Instituto de Meteorologia. Para os fatores meteorológicos temperatura, umidade relativa e radiação solar foram representados pela média e precipitação pluvial pela soma dos valores desses fatores registrados nos dias que antecedem a cada data de amostragem das espécies de insetos. As análises foram realizadas no software

SAS Institute, versão 9.0.

A identificação específica dos califorídeos foi realizada com o uso de chave dicotômica de Carvalho e Ribeiro (2000), essa identificação se deu em parceria com a Universidade federal de Pelotas e a Universidade federal do Tocantins junto aos nossos colaboradores. Esse projeto foi continuamente avaliado e acompanhado utilizando planilhas no Excel para registro contínuo dos resultados alcançados, seguindo um cronograma previamente estabelecido.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificados 377 indivíduos provenientes dos 21 dias de coletas, pertencentes a família Calliphoridae, associados às carcaças de suíno (Tabela 1), apesar desse número ser bastante expressivo, a abundância de indivíduos por espécie se mostrou bastante variável, essa variação na abundância da fauna necrófaga ocorreu de forma constante durante todo o processo de decomposição. Essas mudanças, documentadas ao longo do estudo, fornecem uma visão sobre a sucessão da fauna decompositora em diferentes fases da decomposição do suíno.

Tabela 1. Resultado da análise faunística das espécies da família Calliphoridae associados a carcaça de suíno em Araguatins, TO no período de novembro a dezembro de 2021.

Espécies	Número de Indivíduos	Índices de Predominância				%
		Dominância	Abundância	Frequência	Constância	
<i>Calliphora lopesi</i>	3	ND	C	F	Z	0,79
<i>Calliphora vicina</i>	2	ND	C	F	Z	0,53
<i>Chrysomya albiceps</i>	279	SD	Sa	SF	W	74,01
<i>Chrysomya megacephala</i>	37	D	Ma	MF	Y	9,81
<i>Chrysomya putoria</i>	5	ND	C	F	Z	1,33
<i>Cochliomyia hominivorax</i>	3	ND	C	F	Z	0,79
<i>Cochliomyia macellaria</i>	3	ND	C	F	Z	0,79
<i>Hemilucilia benoisti</i>	3	ND	C	F	Z	0,79
<i>Hemilucilia segmentaria</i>	7	D	C	F	Z	1,87
<i>Hemilucilia souzalopesi</i>	22	D	Ma	MF	Y	5,83
<i>Lucilia cuprina</i>	2	ND	C	F	Z	0,54
<i>Lucilia eximia</i>	6	D	C	F	Z	1,59
<i>Lucilia purpuracens</i>	2	ND	C	F	Z	0,54
<i>Lucilia sericata</i>	3	ND	C	F	Z	0,79
Total de Espécies	14					
Total de Indivíduos	377					
H' ± IC	1,986 ± 0,043					
E	0,7744					

Espécie predominante em negrito.

H' = Índice de Diversidade de Shannon-Weaner, IC = intervalo de confiança a 95%, E = Índice de Equitabilidade, (%) = porcentagem do número de indivíduos de cada espécie em relação ao total de indivíduos capturados.

Dominância (ND - não dominante; D - dominante; SD - superdominante), Abundância (r - raro; d - disperso; c - comum; a - abundante; ma - muito abundante; sa - superabundante), Frequência (PF - pouco frequente; F - frequente; MF - muito frequente; SF - super frequente), Constância (Z - acidental; Y - acessória; W - constante).

Os dípteros da família Calliphoridae registrados nesta pesquisa são pertencentes a quatorze espécies, sendo elas: *Calliphora lopesi* (Mello, 1962); *Calliphora vicina* (Robineau-Desvoidy, 1830); *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819); *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794); *Chrysomya putoria* (Wiedemann, 1818); *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel, 1858); *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775); *Hemilucilia benoisti* (Séguy, 1925); *Hemilucilia segmentaria* (Fabricius, 1805); *Hemilucilia souzalopesi* (Mello, 1972); *Lucilia cuprina* (Wiedemann, 1830); *Lucilia eximia* (Wiedemann, 1819); *Lucilia purpurescens*

(Walker, 1837) e *Lucilia sericata* (Meigen, 1826) (Tabela 1).

Essas espécies de califorídeos, encontrados ao longo do experimento, podem evidenciar alguns padrões comportamentais dos insetos que interagem com a matéria em decomposição na região, levando em consideração que, a abundância de indivíduos por espécies encontradas no estudo, se mostrou bastante variável, tendo em vista que foram encontradas espécies com número elevado de indivíduos e espécies com o número muito baixo de indivíduos, como por exemplo, a *Calliphora vicina* e *Lucilia purpuracens*, sendo as de menor abundância e *Chrysomya albiceps* e *Chrysomya megacephala* as mais abundantes.

Essa discrepância na abundância de indivíduos pode evidenciar que espécies comuns como a *Calliphora vicina* e *Lucilia purpuracens*, mesmo que estejam presentes no estudo, não tiveram tanto sucesso no meio em que se encontravam, essa discrepância, levando em consideração as variáveis ambientais e interação: inseto x animal x inseto, denotando tanto a sobreposição de uma espécie mais adaptada ao meio quanto a existência de uma competição, onde a espécie mais abundante obteve maior sucesso que as demais, conseguindo atingir maior dispersão ao longo do processo de decomposição, como é o caso da *Chrysomya albiceps*. Toda via, seriam necessários mais estudos, levando em consideração mais variáveis, para corroborar a ideia da sobreposição entre as espécies.

O número de indivíduos por espécie, foi bastante variado, onde se teve espécie com muitos indivíduos como *Chrysomya albiceps* e outras espécies com poucos indivíduos como é o caso da *Calliphora vicina* (Tabela 1). A partir disso é necessário considerar, até que ponto essa discrepância poderia influenciar em dados aplicáveis na entomologia forense, se uma espécie mesmo que presente no estudo pode ser uma indicadora “confiável” para o uso de dados entomológicos, quando sua incidência, com base no número de espécies encontradas no experimento, for considerada como acidental ou comum.

Em um estudo realizado por Pereira (2021), foram encontradas algumas espécies de califorídeos presentes em cadáveres humanos. Assim, dentre as dez espécies de califorídeos encontrados por ele apenas uma delas *Hemilucilia semidiaphana* (Rondani 1850), não está presente neste estudo. Algumas espécies presentes neste levantamento não foram mencionadas no estudo de Pereira (2021) como *Calliphora lopesi*; *Calliphora vicina*; *Cochliomyia macellaria*; *Hemilucilia souzalopesi*; *Lucilia purpurescens* e *Lucilia sericata*.

A presença e a composição das espécies mencionadas, podem oferecer informações importantes sobre a ecologia local de insetos e os processos de decomposição cadavérica. A diversidade dessas espécies sugere uma interação complexa entre diferentes espécies de califorídeos, cada um possuindo características e comportamentos específicos.

A colonização de espécies como *Cochliomyia hominivorax*, conhecida por sua importância forense e médico veterinária (Paulo, 2014), destaca a relevância desses insetos na análise de casos criminais envolvidos em cadáveres na região, mesmo com sua baixa prevalência no estudo referido. Por outro lado, a presença de *Lucilia sericata*, conhecida por suas propriedades larvicidas (Bazaliński, 2019), pode indicar, uma interação ecológica no controle de pragas na carcaça, indicando que talvez, a mesma poderia estar presente devido sua interação com as espécies presentes.

A espécie *Chrysomya albiceps* aparece como super (dominante, abundante, frequente e constante), sendo a única que aparece dessa forma, dessa forma é possível verificar a importância dessa espécie em levantamentos forenses, já que a *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) (Diptera: Calliphoridae) é uma mosca sinantrópica que apresenta uma ampla distribuição geográfica na América Latina.

Destacando-se como uma das espécies mais importantes para a entomologia forense, a mesma desempenha um papel importante em investigações tanto de casos humanos quanto veterinários. Sua presença abrangente e comportamento sinantrópico confere a essa espécie uma relevância fundamental nos estudos forenses regionais, contribuindo para a estimativa do intervalo *Post mortem* com precisão e impactando significativamente no entendimento das dinâmicas ecológicas em diferentes contextos.

Outra espécie dominante identificada durante o levantamento foi a *Chrysomya megacephala*, embora não tenha demonstrado a mesma prevalência observada em *C. albiceps*. Essa diferença na prevalência dessas duas espécies, pode indicar a existência de uma competitividade entre elas, impedindo que a *C. Megacephala* tivesse o mesmo sucesso na colonização do cadáver, embora fossem necessários mais estudos para identificar se de fato houve a competição entre as duas espécies e se a presença de uma espécie estivesse ou não limitando a presença da outra, a diferença na abundância dessas espécies pode ainda indicar a existência de fatores competitivos entre elas.

Conforme Aguiar-Coelho *et al.* (1998), a *Chrysomya albiceps* demonstra uma notável capacidade de sobrevivência, destacando-se pela sua forte competição em relação a outros califorídeos. Essa habilidade competitiva pode explicar sua elevada prevalência em comparação com outras espécies de moscas identificadas. Além disso, esse mesmo estudo indica que, quando colocada no mesmo substrato que a *Chrysomya megacephala*, a *C. albiceps* tem a capacidade de se sobrepor por exemplo, na conquista por substrato, evidenciando uma vantagem competitiva crucial em ambientes compartilhados.

Apesar da importância de ambas as espécies, essa sobreposição pode indicar dinâmicas

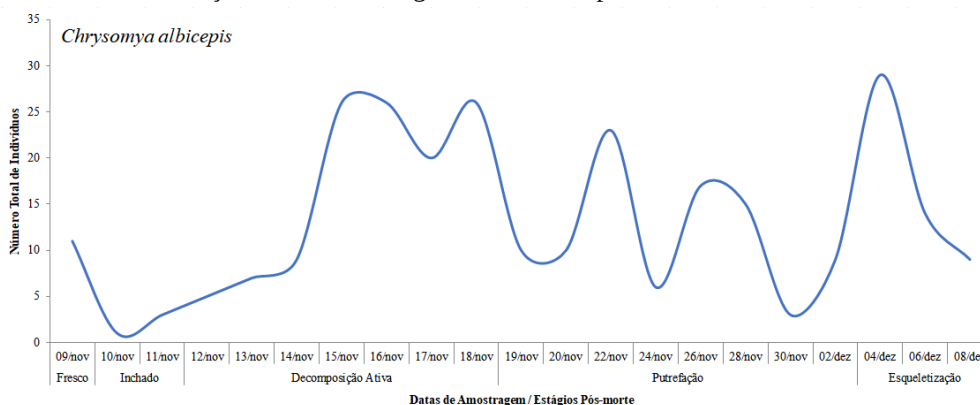
complexas nas interações entre as duas. Essa competição por recursos pode influenciar a distribuição e a prevalência dessas espécies em ecossistemas específicos, destacando a necessidade de uma compreensão mais aprofundada das interações ecológicas entre a *Chrysomya albiceps* e a *Chrysomya megacephala*, indicando até onde essa competitividade pode influenciar, no ciclo de vida, sucesso reprodutivo e duração dos períodos larvais.

O estudo de Aguiar-Coelho *et al.* (1998) também revela que a interação entre *C. albiceps* e *C. megacephala* vai além da mera competição por recursos. Quando colocado em um substrato comum, a *C. albiceps* não apenas se sobressai, mas contribui para uma diferenciação significativa na incidência dessas duas espécies. Essa dinâmica complexa destaca a importância de considerar não apenas a sobrevivência individual, mas também as interações interespecíficas ao investigar os padrões de distribuição e prevalência dessas moscas.

Considerando a frequência constante da espécie *Chrysomya albiceps* e seu sucesso em estudos como o de Aguiar-Coelho *et al.* (1998), é plausível sugerir que, para a região onde este estudo foi conduzido, esta seja a espécie principal a ser considerada para a estimativa do intervalo pós-morte. Os dados apresentados por Aguiar-Coelho *et al.* (1998), sobre a ocorrência e eficácia dessa espécie em cenários semelhantes apoia a conclusão de que *Chrysomya albiceps* desempenha um papel crucial na análise forense, tornando-se uma espécie promissória para a estimativa do momento pós-morte nesse ambiente específico.

A observação da flutuação populacional da espécie *C. albiceps* (Figura 4) fornece informações importantes sobre a dinâmica dessa espécie ao longo do tempo especificado. A coleta de dados durante esse intervalo temporal específico permite uma análise mais detalhada das mudanças de população dessa espécie de mosca durante os dias.

Figura 4 - Flutuação populacional da espécie *Chrysomya albiceps* (Diptera: Calliphoridae) associada a carcaça de suíno em Araguatins – TO, no período de novembro a dezembro de 2021.



Fonte: própria.

Vale ressaltar que o padrão de colonização dessa espécie se mostrou bastante variado durante todo o processo de decomposição, entretanto a mesma esteve presente com maior frequência somente a partir do sexto dia de decomposição já no terceiro estágio de putrefação. Ao longo dos estágios é possível notar oscilações no início ou fim de cada novo estágio de decomposição.

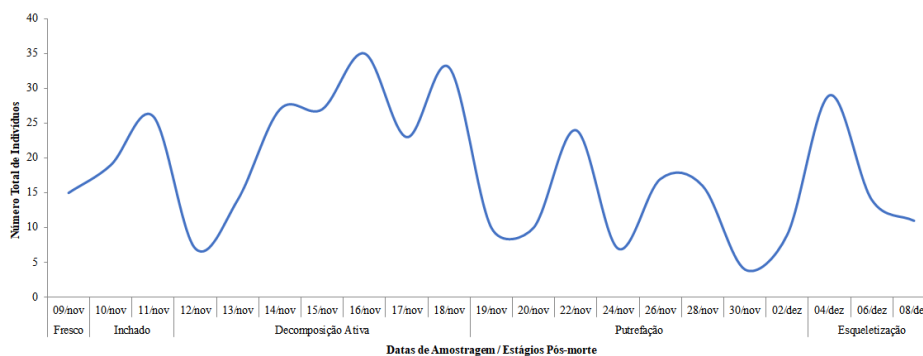
Ao entender a dinâmica temporal dessa espécie em uma localidade específica, os resultados desse estudo podem contribuir para aprimorar a precisão nas estimativas temporais em investigações forenses na região de Araguatins – TO e ou ambientes com as mesmas características. Isso destaca a importância de monitorar e analisar a flutuação populacional de insetos necrófagos em diferentes contextos geográficos e temporais, aprimorando assim as práticas e aplicações da entomologia forense.

O longo do período observado conforme figura 4, é possível notar *C. albiceps*, teve maior crescimento populacional, nos últimos três estágios de decomposição, sendo a sua incidência bem maior no último estágio de decomposição, o de esqueletização, esse pico não se manteve por muito, mas, na decomposição ativa da carcaça são encontrados grandes números da espécie por maior tempo de colonização.

O autor Mise *et al.* (2007) menciona que insetos da ordem Coleoptera são os mais encontrados no estágio de esqueletização do cadáver, mas o número de dípteros dessa espécie presente nessa fase corrobora para que estudos dessa ordem sejam levantes para a aplicação em casos forenses em todas as fases, inclusive nos estágios finais da decomposição, quando a carcaça se aproxima da fase de esqueletização.

A análise da flutuação populacional, expressa como o somatório do número de indivíduos de todas as espécies de Calliphoridae (figura 5) associados a uma carcaça de suíno no local estudado, fornece uma visão sobre a dinâmica de interação da fauna cadavérica nessa região ao longo do último bimestre de 2021.

Figura 5 - Flutuação populacional da soma do número de indivíduos de todas as espécies encontradas por data de amostragem de Diptera: Calliphoridae (Arthropoda: Hexapoda) associados a carcaça de suíno exposta em fragmento florestal em Araguatins - TO, no período de novembro a dezembro de 2021.



Fonte: Própria.

A compreensão da flutuação populacional agregada é crucial para a entomologia forense, uma vez que as mudanças no número total de indivíduos podem fornecer informações sobre o ciclo de vida, padrões de colonização e a interação entre as diferentes espécies de moscas associadas à decomposição de carcaças. Além disso, uma abordagem por dados de amostragem permite uma análise temporal mais refinada, revelando nuances nas flutuações populacionais que podem ser fundamentais para compreender a resposta da entomofauna às condições ambientais específicas e sazonais.

Os dípteros foram amplamente encontrados em todos os estágios de decomposição, conforme figura 5, houve uma queda acentuada no número de espécies encontradas em cada fim e início de um novo estágio de decomposição, acredita-se que as características físicas e químicas de cada estágio possam ter influenciado nessa variação de dípteros ao longo dos estágios. É possível notar uma prevalência maior de dípteros na decomposição ativa da carcaça, sendo que no geral os mesmos, são mais encontrados em estágios de decomposição mais avançada.

O método stepwise (Tabela 2), ao selecionar variáveis relevantes e construir o modelo de forma iterativa, permite identificar os fatores meteorológicos mais significativos que afetam a presença e a abundância da espécie predominante *Chrysomya albiceps*. Esses modelos ajustados oferecem uma abordagem analítica para compreender as variações de temperatura, umidade, especificações ou outros fatores específicos podem estar correlacionados com as variações da população de insetos necrófagos.

Tabela 2. Resultado de modelos ajustados pelo método stepwise entre a espécie predominante de Calliphoridae *Chrysomya albiceps* e fatores meteorológicos associados a carcaça de suíno, em Araguatins – TO, no período de novembro a dezembro de 2021.

Fatores abióticos	Espécie
	<i>Chrysomya albiceps</i>
Intercepto	11,946
Temperatura média (°C)	- 0,233 ^{NS}
Precipitação pluvial (mm)	0,332 ^{NS}
Umidade relativa (%)	0,186 ^{NS}
Radiação solar (MJ m ⁻²)	0,132 ^{NS}
R² (modelo)	0,725
F	1,79^{NS}

^{NS} = não significativo de probabilidade; R² = Coeficiente de determinação.

A interpretação desses resultados pode revelar possíveis alterações que possam ser geradas pelos padrões sazonais, opções ecológicas da espécie *Chrysomya albiceps* e fornecer informações úteis para a entomologia forense. Além disso, ao compreender a influência ou não dos fatores meteorológicos sobre a flutuação populacional dessa espécie. Os resultados podem contribuir para aprimorar as estimativas do intervalo *Post mortem* em investigações forenses, levando em consideração as condições ambientais específicas durante o período de estudo.

Para utilizar o conhecimento sobre os insetos na entomologia forense de maneira eficaz em processos criminais, é crucial possuir um conhecimento aprofundado das espécies de insetos que utilizam um cadáver como substrato para seus processos biológicos. Além desse aspecto, compreender os efeitos das variações ambientais, tais como temperatura, umidade relativa, ocorrência é fundamental para redução de possíveis erros na estimativa do Intervalo *Post mortem* durante uma investigação criminal específica.

Outro aspecto muito importante é que, as estimativas de IPM devem considerar não apenas características do organismo utilizado para determinar o intervalo *Post mortem*, mas também do ambiente onde ele está inserido, o ambiente em que foi encontrado e se o mesmo pertence àquela fauna. Ou seja, a taxa de desenvolvimento de insetos, como os califorídeos é um fenótipo variável que reflete complexas interações entre genótipo e ambiente (Macedo, 2019).

Desta forma, para espécies de importância forense é necessário avaliar como os fenótipos de uma população se distribuem no tempo e no espaço, e como expressão fenotípica

das populações pode ser influenciada pelos diversos fatores ambientais. Por conseguinte, o padrão de variação fenotípica pode divergir entre diferentes genótipos (composição genética de um indivíduo) em função das condições ambientais (Macedo, 2019).

Considerando os fatores ambientais (Tabela 2), é possível inferir que tais condições ambientais não interferiam na abundância da espécie *Chrysomya albiceps*. Além disso, temperatura mais altas conforme Neto *et al.* (2018) aborda em seu trabalho, são umas das características favoráveis para que ocorra maior abundância de *C. albiceps*, mas além disso, o mesmo enfatiza que a espécie é abundante em todas as estações do ano (seca e chuvosa), com a estação seca sendo o período de sua maior abundância, essa característica da espécie, confere a mesma uma importância significativa em estudos forenses e principalmente na estimativa do intervalo *Post mortem*.

As altas temperaturas favorecem o desenvolvimento de ovos e larvas de *C. albiceps* (Neto *et al.*, 2018), isso é um dos atributos que explica a sua alta abundância em relação a outros insetos necrófagos presentes nesse estudo, já que uma das características do local em que a carcaça estava são as temperaturas mais altas e isso garantiu que essa espécie fosse a mais abundante no estudo em questão.

Essa tabela 3 é crucial para que se entenda o quantitativo de dias que cada inseto, levando em consideração os aspectos sazonais da região, leva para chegar até o estágio adulto, esse dado norteará possíveis investigações na região, já que o mesmo fornecer informações sobre o ciclo de vida dos insetos presentes em carcaças na região do extremo norte do Tocantins. A duração desse intervalo na região irá fornecer informações para intimativas de intervalo *Post mortem* na região.

Tabela 3. Número médio ($\pm$ erro padrão) da duração do período de larva-adulto (dias) dos insetos da família Calliphoridae associados a carcaça de suíno, em Araguatins – TO, no período de novembro a dezembro de 2021.

Espécie	Duração do período larva/adulto (dias)	CV (%)
<i>Calliphora lopesi</i>	6,0 $\pm$ 5,5d	25,7
<i>Calliphora vicina</i>	11,0 $\pm$ 0,01bc	4,39
<i>Chrysomya albiceps</i>	15,7 $\pm$ 4,89b	14,76
<i>Chrysomya megacephala</i>	14,0 $\pm$ 5,67b	15,2
<i>Chrysomya putoria</i>	17,5 $\pm$ 5,33b	17,9
<i>Cochliomyia hominivorax</i>	6,67 $\pm$ 7,56d	42,12
<i>Cochliomyia macellaria</i>	7,33 $\pm$ 0,44c	4,89
<i>Hemilucilia besnoiti</i>	11,3 $\pm$ 0,44bc	5,12
<i>Hemilucilia segmentaria</i>	11,5 $\pm$ 1,50bc	6,12
<i>Hemilucilia souzalopesi</i>	9,14 $\pm$ 1,31bc	9,17
<i>Lucilia cuprina</i>	11,0 $\pm$ 0,01bc	4,39
<i>Lucilia eximia</i>	10,3 $\pm$ 8,67bc	29,4
<i>Lucilia purpuracens</i>	26,5 $\pm$ 0,50 ^a	6,21
<i>Lucilia sericata</i>	10,7 $\pm$ 9,55bc	36,8
F	9,86**	

⁽¹⁾Médias $\pm$ Erro padrão seguidas de letras iguais, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade; CV – Coeficiente de variação.

Usando a espécie predominante *Chrysomya albiceps* como exemplo, a qual leva um período de 15,7 $\pm$ 4,89b para emergir o adulto, a partir de larvas do primeiro instar, logo, se em uma investigação criminal onde os especialistas coletaram larvas dessas espécie e criaram em laboratório em condições que se assemelhem ao local de onde a larva foi retirada, e a mesma levar, por exemplo 5 dias para emergir o adulto, isso sugere que os outros 10,7 $\pm$ 4,89b se passaram ainda quando a mesma estava presente na carcaça, logo o especialista poderá inferir que o intervalo mínimo *Post mortem* está entre 15 a 16 dias. O Mesmo se aplica as demais espécies presentes no estudo.

Apesar de sua alta incidência nos estágios de decomposição a espécie *Chrysomya albiceps*, apresentou o segundo maior intervalo de tempo no período larva/adulto (Tabela 3), isso indica que mesmo que essa espécie não possua um intervalo de tempo curto para a emergência do adulto, isso não foi suficiente para diminuir a sua abundância ao longo do processo de decomposição. Já a espécie *Calliphora vicina*, foi uma das menos encontradas no

estudo, mesmo com um intervalo larva/adulto curto.

Todavia, mesmo com baixa abundância e frequência, a presença da *C. vicina* é essencial para determinar a sequência temporal das amostras, apesar de que essa característica de acordo com o estudo apresentado por Kaneshrajah *et al.* (2004), pode ser uma desvantagens para a estimativa do intervalo *Post mortem*, já que a grande influência do meio sobre o ciclo larva/adulto dessa espécie, pode fornecer amostras que possam não ser tão fidedignas, principalmente se o corpo for transportado e o ambiente em que o mesmo for descartado não possuir características semelhantes ao inicial e essas características causarem o aumento ou a diminuição dos dias do ciclo do período larval até a fase adulta .

Para estimativas de intervalo *Post mortem*, é considerado o desenvolvimento do inseto que geralmente é quantificado como graus/horas acumuladas ou dias acima de alguma temperatura mínima, abaixo da qual o desenvolvimento cessa. Todavia a *C. vicina* não tem este mínimo universalmente acordado e os valores publicados variam entre 6°C e 2°C. A falta de um valor fixo, faz com que dados referentes a essa espécie se tornem substanciais, implicando na confiabilidade da estimativa (Donovan *et al.*, 2006).

Além disso Donovan *et al.* (2006) menciona que não existe um limite mínimo de desenvolvimento bem definido para a *C. vicina*, todavia estudos como o de Davies *et al.* (1994) e Ames *et al.* (2003) mencionam que ovos de *C. vicina* eclodem a 3,5°C e também em temperaturas abaixo de 1°C, essas temperaturas mais baixas corroboram para inferir que a baixa abundância da espécie neste estudo se deu pelo fato de que a temperatura da região varia entre 24 °C a 30 °C.

Além da temperatura, a natureza do substrato é um fator a ser ponderado ao examinar a taxa de desenvolvimento larval de moscas varejeiras, destacando a relevância de conhecer a localidade do material larval coletado do cadáver. O tipo de substrato desempenha um papel crucial, influenciando diretamente o processo de desenvolvimento das larvas. Dessa forma torna-se imperativo compreender a origem do material larval para uma análise precisa.

A espécie *C. vicina* pode ser útil na avaliação de alterações no ambiente que podem afetar a colonização de cadáveres, pois a taxa de crescimento larval quando alimentada com fígado de porco, a *C. vicina* é significativamente mais rápida em até 2 dias do que em tecidos pulmonar, renal, cardíaco ou cerebral, em relação ao período de larva a adulto (Kaneshrajah *et al.*, 2004). Tal prerrogativa também pode ter influenciado na baixa composição dessa espécie ao longo do experimento, a mesma pode não ter tido acesso a uma alimentação favorável ao seu desenvolvimento e multiplicação, toda via, ainda seriam necessários mais estudos, levando em consideração o substrato apo qual essa espécie teve contato.

Potencialmente, isto tem implicações importantes, não só para essa espécie, mas também para outras, que também tem seu ciclo larva-adulto alterado pelo tipo de alimento em que teve acesso, pois a depender do substrato em que a mosca foi encontrada no corpo, essa taxa de crescimento de larva pode ser alterada, fornecendo um dado instável, já que esse intervalo (larva-adulto) pode durar mais ou até menos dias de acordo com o alimento em que a mosca teve acesso. Essa ponderação leva a uma indagação crucial: até que ponto os estudos de crescimento refletem uma precisão dos eventos que ocorrem em diferentes tecidos?

Surge, assim, a necessidade de avaliar até que ponto o crescimento de larvas provenientes das diferentes partes de um cadáver por exemplo, pode ser equiparado às taxas de crescimento laboratoriais em substratos padrão. Este questionamento fundamenta-se na relevância de estabelecer parâmetros confiáveis para evitar falhas na determinação do IPM.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A investigação acerca da abundância e diversidade de insetos da família Calliphoridae (Diptera) de interesse forense, associados ao processo de decomposição de suínos (*Sus scrofa domesticus* L.), possibilitou o conhecimento básico das espécies associadas às fases de decomposição em uma área ecotonal no extremo Norte do Tocantins de forma que torna possível determinar um padrão de sucessão de Calliphoridae nos diferentes estágios de decomposição e ainda determinar o intervalo *Post mortem* com base nas espécies de califorídeos presentes nessas carcaças de suíno.

Além disso é possível inferir que, com base na abundância da espécie *C. Albiceps* e na baixa interferência do meio no seu ciclo de vida, a mesma pode ser considerada como a principal espécie de interesse forense para estimativas de intervalo *Post mortem* na região do bico do papagaio e demais localidades que se assemelhem as características bióticas e abióticas da região em que este estudo foi conduzido. Toda via, ressalta-se a importância de serem conduzido a mais estudos na região em outras épocas do ano, como o período de estiagem, para que seja evidenciada ou não a presença dessa mesma espécie como dominante, garantindo o sucesso de sua aplicabilidade em diferentes períodos.

Tendo em vista que no extremo Norte do Tocantins, ainda não existiam dados científicos que possibilitem a aplicação da entomologia forense, as informações encontradas a partir das coletas diretamente em carcaças de suínos, animal modelo utilizado para a captação de dados entomológicos da fauna cadavérica, fornece dados que possibilitam a utilização dessa ciência na região. O conhecimento gerado fornecerá subsídios para o uso dessas espécies na entomologia forense e também como subsídio para realização de outros estudos relacionados.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR-COELHO, V. M.; MILWARD-DE-AZEVEDO, E. M. V. Combined rearing of *Cochliomyia macellaria* (Fabr.), *Chrysomya megacephala* (Fabr.) and *Chrysomya albiceps* (Wied.) (Dipt., Calliphoridae) under laboratory conditions. **Journal of Applied Entomology**, v. 122, n. 1-5, p. 551–554, 1998.
- ALMEIDA, A. M. M. **Entomologia forense: análise da entomofauna em cadáver de *Sus scrofa* (linnaeus), na região de Oeiras, Portugal**. Dissertação (Mestrado em biologia humana e ambiente) - faculdade de ciências departamento de biologia animal, Universidade de Lisboa. Oeiras, Portugal, p. 55, 2008.
- AMENDT, J.; CAMPOBASSO, C.P.; GAUDRY, E. Best practice in forensic entomology-standards and guidelines. **International Journal of Legal Medicine**, v. 121, n. 2, p. 90–104, 2006.
- AMENDT, J.; KRETTEK, R.; NIESS, C.; ZEHNER, R.; BRATZKE, H. Forensic entomology in Germany. **Forensic Science International**, v. 113, n. 1, p. 309–314, 2000.
- AMENDT, J.; KRETTEK, R.; ZEHNER, R. Forensic entomology. **Naturwissenschaften**, v. 91, n. 2, p. 51–65, 2004.
- AMENDT, J.; RICHARDS, C. S.; CAMPOBASSO, C. P.; ZEHNER, R.; HALL, M. J. R. Entomologia forense: aplicações e limitações. **Ciência forense, medicina e patologia**, v. 7, n. 4, p. 379-392, 2011.
- AMES, C.; TURNER, B. Low temperature episodes in development of blowflies: implications for postmortem interval estimation. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 17, n. 2, p. 178–186, 2003.
- ARAÚJO, L. C.; SANTOS, A. C.; FERREIRA, E. M.; CUNHA, O. F. R. Fontes de matéria orgânica como alternativa na melhoria das características químicas do solo e produtividade do Capim-Mombaça. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient**, v. 6, n. 1, p. 65-72, 2008.
- BARBOSA, G. M. CASTRO; N. C.; MOUZER B. C.; BRAGANÇA D. Importância da entomologia forense nas ciências criminais. **Revista De Trabalhos Acadêmicos-Campus Niterói**, v. 3, n. 5, p. 63-63, 2012.
- BARRETT, T. A.; YUAN, F. L.; GARRAWAY, E. Distinguishing Four Calliphoridae Species (Diptera) from Jamaica Using the Cephalopharyngeal Skeleton: Application to Forensic Investigations. **Neotrop Entomol**, v. 51, n. 6, p. 830–839, 2022.
- BAZALIŃSKI, D.; KOZKA, M.; KARNAS, M.; WIECH, P. Effectiveness of Chronic Wound Debridement with the Use of Larvae of *Lucilia sericata*. **Journal of Clinical Medicine**, v. 8, n. 11, p. 1845–1845, 2019.
- BEUTER, L.; FERNANDES, P. A.; BARROS, P. B.; SOUZA, C. R.; JACOMINI, L. B.; BORNEMISSZA, G. F. An analysis of Arthropod succession in Carrion and the effect of its decomposition on the soil fauna. **Australian Journal of Zoology**, v. 5, n. 1, p. 1-12, 1957.

BRITO, L. G.; OLIVEIRA, M. C. de S.; GIGLIOTI, R.; BARBIERI, F. da S.; NETTO, F. G. da S.; CHAGAS, A. C. de S.; CELESTINO, O. de O. Manual de identificação, importância e manutenção de colônias estoque de dípteras de interesse veterinário em laboratório. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Centro de Pesquisa Agroflorestal de Rondônia, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Documentos 125. ISSN 0103-9865. 2008. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/709719/1/doc125dipteras.pdf>. Acesso em: 12 de dez. de 2023

BROWNLOW, L.; YOUNG, S.; FERNÁNDEZ-GNDON, M.; HOPKINS, R. J. Case closed- Wrappings and encasement delays and reduces fly presence on body parts. **Forensic Sci Int**, v. 342, n. 3, p. 111542–111542, 2023.

BUEKENHOUT, I. **Quando só restam ossos: estudo da degradação e alteração óssea para estimativa do intervalo post-mortem**. Dissertação (Mestrado em Medicina Legal e Ciências Forenses) - Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra. Coimbra, p. 174, 2014.

BUTTERWORTH, N. J.; WALLMAN, J. F.; JOHNSTON, N. P.; DAWSON, B. M.; SHARP-HEWARD, J.; MCGAUGHRAN, A. The blowfly *Chrysomya latifrons* inhabits fragmented rainforests, but shows no population structure. **Oecologia**, v. 201, n. 3, p. 703-719, 2023.

CÂNDIDO, V. B. M. **Estudo do comportamento de espécies de Diptera de interesse forense**. Relatório (Graduação) – Programa de Iniciação Científica, Centro Universitário de Brasília. Brasília, p. 20, 2008.

CARREIRA, G. A.; ARANTES, L. C.; LUZIA, H. C. L.; QUEIROZ, P. R. Levantamento e caracterização da dipterofauna necrófaga em uma localidade de Brasília. **Universitas: Ciências da Saúde**, v. 6, n. 2, p. 87–102, 2008.

CARVALHO, C. J. B. D.; RIBEIRO, P. B. Chave de identificação das espécies de Calliphoridae (Diptera) do Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 9, n. 2, p. 169-173, 2000.

CARVALHO, C. J. B.; MELLO-PATIU, C. A. Key to the adults of the most common forensic species of Diptera in South America. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.52, n. 3, p. 390-406, 2008.

CARVALHO, J. B.; XAVIER, D. C.; ARRUDA, G. L. Conservação de recursos hídricos e percepção ambiental dos moradores ribeirinhos da área urbana do município de Araguatins - TO. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 7 n. 6 p. 846-855, 2011.

CARVALHO, L. M. L.; THYSSEN P. J.; LINHARES, A. X.; PALHARES, F. A. B. A checklist of arthropods associated with pig carrion and human corpses in Southeastern Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 95, n. 1, p. 135-138, 2000.

CARVALHO, R. P. **Sucessão de artrópodes em carcaça de rato (*Rattus rattus*)(Linnaeus, 1758) no Parque Nacional da Tijuca, Mata Atlântica**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, p. 77, 2016.

CATTS, E. P.; GOFF, M. L. Forensic entomology in criminal investigations. **Annual review**

of **Entomology**, v. 37, n. 1, p. 253-272, 1992.

CAVALCANTE, P. N. A.; DAL-BÓ, D.; CREÃO-DUARTE, J.A.; FARIAS, P. A. C. R. Espécies de Calliphoridae (Diptera) associadas a carcaças de *Sus scrofa* Linnaeus, 1758 em área de restinga na Paraíba, Brasil, e espécies de importância forense para a estimativa do Intervalo Pós-Morte (IPM). **Entomotropica**, v. 30, n. 15, p. 150-159, 2015.

CAVALLARI, M. L. **Comparação da entomofauna cadavérica com interesse em saúde pública em modelo de *Sus Scrofa domesticus* L. em áreas preservada e urbanizada do Estado de São Paulo**. Dissertação (mestrado) – Programa de pós-graduação em ciências da coordenadoria de controle de doenças da secretaria de estado de saúde de São Paulo. São Paulo, p. 31, 2008.

CECCHI, R.; CUSACK, D.; LUDES, B. Formulários de inspeção no local do Conselho Europeu de Medicina Legal (ECLM) para patologia forense, antropologia, odontologia, genética, entomologia e toxicologia para cena forense e médico-legal em investigação de cadáveres: o formulário de Parma. **International Journal of Legal Medicine**, v. 136, n. 4, p. 1037–1049, 2022.

CHAVES, B. O. **Fatores que interferem na estimativa do intervalo pós-morte ao utilizar a entomologia forense**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Biomedicina) - Faculdade de ciências da educação e saúde, centro universitário de Brasília. Brasília, p. 23, 2016.

CORRÊA, B. M.; ARMINI, R. N.; SILVARES, P. H. S.; MAESTRO, A.; CHAMOUN, C. A. Checklist de dipterofauna de interesse forense em fragmento de mata atlântica, Vila Velha - ES. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, v.1, n. 1, p. 59-59, 2020.

COSTA, J.O. Entomologia Forense: Quando Os Insetos São Vestígios. 3º Ed. Campinas. **Millennium Editora**, p. 502, 2011.

DAVIES, L.; RATCLIFFE, G. G. Development rates of some pre-adult stages in blowflies with reference to low temperatures. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 8, n. 3, p. 245-254, 1994.

DONOVAN, S. E.; SALÃO, M. J. R.; TURNER, B. D.; MONCRIEFF, C. B. Larval growth rates of the blowfly, *Calliphora vicina*, over a range of temperatures. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 20, n. 1, p. 106–114, 2006.

EULALIO, A. D. M. M. **Análise da ação da entomofauna em carcaças de suínos (*Sus scrofa* linnaeus, 1758) contaminados com inseticida e uso de evidências entomológicas em um caso de homicídio no centro-oeste**. Dissertação (Mestrado em entomologia e conservação da biodiversidade) - Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados, p. 68, 2019.

FARIA, L. S. **Entomofauna de potencial interesse forense médico-legal em dois ambientes de área rural de Uberlândia-MG**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, p. 84, 2013.

FERNANDES, M. T. **Levantamento da fauna entomológica em carcaça de suíno em**

ambiente de restinga no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Ciências Biológicas) - Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 77, 2014.

FIGUEIRA, S. S.; SOUTO, R. N. P. Entomologia forense: histórico e contextualização no estado do Amapá. **Biota Amazônia**, v. 5, n. 1, p. 123–127, 2015.

GARCIA, F. R. M.; CORSEUIL, E. Análise faunística de moscas-das-frutas (Diptera, tephritidae) em pomares de pessegueiro em Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 15, n. 4, p. 1111–1117, 1998.

GARRIDO, R. G.; NAIA, M. J. T. Cronotanatognose: a influência do clima tropical na determinação do intervalo post-mortem. **Lex Humana**, v. 6, n. 1, p. 180–195, 2014.

GOFF, M. LEE. **A Fly for the Prosecution: How Insect Evidence Helps Solve Crimes.** 1 ed. Cambridge, MA and London, England: Harvard University Press, p. 240, 2001.

HU, G.; KANG, C.; ZHU, R.; GUO, Y.; LI, L.; WANG, Y.; ZHANG, Y.; WANG, Y.; WANG, J. A Preliminary Study of Body Decomposition and Arthropod Succession in an Arid Area in Northwest China During Summer. **J Med Entomol**, v. 60, n. 2, p. 306–315, 2023.

JULCA, G. M. Descomposición Cadavérica y Determinación del Intervalo *Post mortem*. **Skopein**, v. 0, n. 12, p. 50-63, 2016.

KANESHRAJAH, G.; TURNER, B. Calliphora vicina larvae grow at different rates on different body tissues. **International Journal of Legal Medicine**, v. 118, n. 4, p. 242-244, 2004.

KOSMANN, C.; MELLO, R. P.; SOUZA, É. S. H.; PUJOL-LUZ, J. R. A List of Current Valid Blow Fly Names (Diptera: Calliphoridae) in the Americas South of Mexico with Key to the Brazilian Species. **EntomoBrasilis**, v. 6, n. 1, p. 74–85, 2013.

MACEDO, M. P. **Variação fenotípica e estrutura da comunidade de califorídeos (Diptera: Calliphoridae) necrófagos: perspectivas ecológicas e considerações para prática forense.** Tese (Doutorado em Ecologia) — Universidade de Brasília, Brasília, p. 154, 2019.

MARTINS, G. Calliphoridae (insecta, Diptera) associados às fases de decomposição de carcaças de suínos (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758) em área de caatinga no Estado da Paraíba. Dissertação (mestrado em Ciência Veterinária) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, p. 62, 2013.

MIRANDA, G.; JACQUES, G. S.; ALMEIDA, M. P.; SILVA, M. S. B. **Coleta de Amostras de Insetos para Fins Forenses.** Brasília, DF: Departamento de Polícia Federal, 2006. Disponível em: <https://www.gov.br/mj/pt-br/assuntos/sua-seguranca/seguranca-publica/Senasp-1/cartilha-de-entomologia.pdf>. Acesso em: 03 de jun de 2021.

MISE, K. M.; ALMEIDA, L. M. de; MOURA, M. O. Levantamento da fauna de Coleoptera que habita a carcaça de *Sus scrofa* L., em Curitiba, Paraná. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51, n. 3, p. 358–368, 2007.

- MONTEIRO, T. T.; SILVA, E. N.; BRAVO, F. R. Levantamento Taxonômico e Sazonalidade de Calliphoridae, Muscidae e Fanniidae (Insecta: Diptera) em Feira de Santana, Bahia, Brasil. **EntomoBrasilis**, v. 7, n. 3, p. 171-177, 2014.
- MONTEIRO-FILHO, E. L. A.; PENEREIRO, J. L. Estudo de decomposição e sucessão sobre uma carcaça animal numa área do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 47, n. 3, p. 289 - 295, 1987.
- NETO, J. de J. C.; GOMES, L. Abundância e flutuação populacional de *Chrysomya albiceps* (Wiedman, 1819) (Diptera: Calliphoridae) associadas a carcaças de *Sus scrofa* L, 1758 na Ilha do Marajó, Pará, Brasil. **Revista brasileira de zootecias**, v. 19, n. 1, p. 67-76, 2018.
- NUNES, T. CSI da vida real: conheça a entomologia forense. **Ponto biologia**, 2017. Disponível em: <https://pontobiologia.com.br/csi-da-vida-real-entomologia-forense/>. Acesso em: 03 de jun de 2021.
- OLIVEIRA, T. C. **Dipterofauna associada a cadáveres humanos no Instituto Médico Legal de Pernambuco e sua aplicação na Entomologia Forense**. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, p. 92, 2009.
- PALAVESAM, A.; SELVAKUMAR, R.; LATHA, B. R.; JIOTIMOL, G.; VENKATARAMANAN, R.; HARIKRISHNAN, T.J. Assessment of consistency of minimum post-mortem intervals estimated by thermal summation- based methods in medico legal cases associated with blowflies. **Leg Med (Tokyo)**, p. 102210–102210, 2023.
- PAULO, D, F. **Identificação e caracterização de microRNAs das espécies *Cochliomyia hominivorax* e *Cochliomyia macellaria* (Diptera: Calliphoridae)**. Tese (Mestrado em Genética e biologia molecular) - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Campinas, p. 142, 2014.
- PEREIRA, C. T. **Levantamento de dípteros coletados em cadáveres humanos nas ocorrências atendidas pelo Instituto Geral de Perícias de Florianópolis, SC**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 52, 2021.
- PINHO, L.C. Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. **Ffclrp-USP**, 2008. Disponível em: https://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guia_online/Guia_Diptera.pdf. Acesso em: 12 de dez. de 2023.
- PUJOL-LUZ, J. R.; ARANTES, L.C.; CONSTANTINO, R. Cem anos da entomologia forense no Brasil (1908-2008). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 52, n. 4, p. 485-492, 2008.
- RODRIGUES, T. B. **Avaliação da sucessão fúngica em carcaça de suíno (*Sus scrofa* L.) para a determinação de intervalo *Post mortem***. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 57, 2014.
- SAKAGAMI, S. F.; LAROCA, S. Relative abundance, phenology and flower visited of apid

bees in eastern Paraná, Southern Brazil (Hymenoptera, Apidae). **Koniyu**, v. 39, n.3, p. 217-230, 1971.

SALES, T. **Efeito da temperatura no desenvolvimento de imaturos de *Paralucilia fulvinota* (Bigot, 1877) (Diptera: Calliphoridae) de interesse forense**. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. Manaus, Amazonas, p. 86, 2015.

SILVA, A. C. **A entomologia forense na investigação criminal: aplicação e importância**. Conteúdo Jurídico, Brasília-DF, 2017. Disponível em: <https://www.conteudojuridico.com.br/consulta/Artigos/48622/a-entomologia-forense-na-investigacao-criminal-aplicacao-e-importancia>. Acesso em: 12 de dez. de 2023.

SILVEIRA-NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; NOVA, N. A. V. **Manual de ecologia dos insetos**. 1 ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, p. 419, 1976.

SOUTHWOOD, T. R. E. **Ecological methods: with particular reference to the study of insect populations**. 2 ed. London: Chapman & Hall, p. 524, 1995.

TAVARES, M. C. H. **Sucessão faunística de populações de insetos associados a decomposição de carcaças de suínos expostas em diferentes altitudes e condições pluviométricas na reserva florestal da Serra do Japi, Jundiá, SP**. Tese (Doutorado em Parasitologia) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia. Campinas, p. 111, 2003.

THOMAZINI, M. J.; THOMAZINI, A. P. B. W. Levantamento de insetos e análise entomofaunística em floresta, capoeira e pastagem no sudeste acreano. **Embrapa.br**, [s. l.], ISSN 1517-1981, p. 20–25, 2002.

VANRELL, J. P. **Odontologia Legal e Antropologia Forense**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 512, 2019.

VÉLEZ, M. C.; WOLFF, M. Rearing five species of Diptera (Calliphoridae) of forensic importance in Colombia in semicontrolled field conditions. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 48, n. 6, p. 41-47, 2008.

VIDOTTO, E.; RUIZ, C.; RIBEIRO, A. S.; FREITAS, H. A.; BENDASSOLLI, J. A. Dinâmica do ecótono floresta-campo no sul do estado do Amazonas no Holoceno, através de estudos isotópicos e fitossociológicos. **Acta amazônica**, v. 37, n. 3, p. 385–400, 2007.