

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

LEONARDO GUILHERME DA ROCHA

**O parasitismo em espécies de Dípteros da entomofauna cadavérica e suas implicações na  
Entomologia Forense**

SÃO CARLOS -SP

2022

LEONARDO GUILHERME DA ROCHA

**O parasitismo em espécies de Dípteros da entomofauna cadavérica e suas implicações na  
Entomologia Forense**

Monografia apresentada ao Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Carolina Reigada Montoya

São Carlos-SP

2022



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

COORDENAÇÃO DO CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - CCCB/CCBS/R

Rod. Washington Luís km 235 - SP-310, s/n - Bairro Monjolinho, São Carlos/SP, CEP 13565-905

Telefone: (16) 33518304 - <http://www.ufscar.br>

DP-TCC-FA nº 1/2023/CCCB/CCBS/R

Graduação: Defesa Pública de Trabalho de Conclusão de Curso

Folha Aprovação (GDP-TCC-FA)

FOLHA DE APROVAÇÃO

LEONARDO GUILHERME DA ROCHA

O PARASITISMO EM ESPÉCIES DE DíPTEROS DA ENTOMOFAUNA CADAVERICA E SUAS IMPLICAÇÕES NA ENTOMOLOGIA FORENSE

Trabalho de Conclusão de Curso

Universidade Federal de São Carlos – Campus São Carlos

São Carlos, 09 de janeiro de 2023

ASSINATURAS E CIÊNCIAS

Cargo/Função	Nome Completo
Orientador	Carolina Reigada Montoya
Membro da Banca 1	Marcelo Adorna Fernandes
Membro da Banca 2	Leonardo Maurici Borges



Documento assinado eletronicamente por **Marcelo Adorna Fernandes, Professor(a)**, em 10/01/2023, às 09:35, 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 **Carolina Reigada Montoya, Professor(a)**, em 10/01/2023, às 11:04, 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 **Leonardo Maurici Borges, Docente**, em 10/01/2023, às 17:05, 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 <https://sei.ufscar.br/autenticacao>, informando o código verificador **0915893** e o código CRC **334AC258**.

**Referência:** Caso responda a este documento, indicar expressamente o Processo nº 23112.000450/2023-35

SEI nº 0915893

*Modelo de Documento: Grad: Defesa TCC: Folha Aprovação, versão de 02/Agosto/2019*

## AGRADECIMENTO

Agradeço muito à minha orientadora Carol, por toda paciência, todo o cuidado e todo o tato para entender as circunstâncias e dificuldades enfrentadas por mim até aqui. Foram diversas mudanças em minha vida, trabalho, pandemia e diversas correções de rota pelo caminho, mas sempre me tratou com um sorriso no rosto e com muita empatia.

Agradeço também a minha família, meus pais e meu irmão, por estarem sempre comigo independente do que aconteça e meus avós que nunca mediram esforços para que minha educação fosse levada como prioridade, e como diz minha avó Mada: “Nossa herança pra você é o estudo, filho!”.

Um agradecimento especial à minha namorada Isa, que esteve junto comigo nessa jornada me dando forças e me incentivando!

Por fim, meu amigo e irmão Affonso, que sempre esteve junto comigo em todas as situações, todos os melhores e piores momentos da graduação e da vida. Uma pessoa ímpar que tive o privilégio de conviver e chamar de irmão!

A Federal foi realmente uma escola pra mim, de muitas conquistas e de muita descoberta, muito além do curso. Cresci profissionalmente e pessoalmente, como nunca imaginei!

Amizades e vivências que jamais esquecerei, obrigado UFSCar por tanto!

## RESUMO

A entomologia forense, área de estudo que emprega os conhecimentos ecológicos, taxonômicos e biológicos dos insetos relacionados à decomposição de cadáveres para auxiliar nas investigações criminais, vem se consolidando como uma técnica muito eficiente, sendo utilizada tanto no cálculo do Intervalo *Post Mortem* (IPM), como também contribuído para a estimativa da localidade geográfica na qual aconteceu o fato investigado. Pela grande abundância e diversidade dos insetos e sua ampla distribuição geográfica, estudos sobre o ciclo de vida, taxonomia, aspectos ecológicos e interações se tornam indispensáveis para que a área da entomologia forense, aliada aos órgãos judiciais, seja utilizada como ferramenta cada vez mais útil na resolução de crimes e investigações. Neste trabalho foi estudado a interação entre microhimenopteros parasitoides: *Nasonia vitripennis*, *Pachycrepoideus vindemiae*, *Spalangia endius* e espécie da família Diapriidae, e quatro espécies de dípteros hospedeiros pertencentes a entomofauna cadavérica: *Chrysomya albiceps*, *Chrysomya megacephala*, *Chrysomya putoria*, *Cochliomyia macellaria* e *Lucilia sericata*, de maneira a contribuir com o conhecimento das relações estabelecidas entre os insetos parasitoides e os dípteros de importância forense, que são comumente usados nas investigações, bem como avaliar o potencial da utilização das espécies parasitoides estudadas como potenciais indicadores forenses.

**Palavras-chave:** Perícia Criminal, Parasitoide, Moscas forenses, Intervalo Pós-morte.

## ABSTRACT

Forensic entomology, a field of study that uses ecological, taxonomic, and biological knowledge of insects related to the decomposition of corpses to help in criminal investigations, has been consolidating itself as a very efficient technique, being used both in the calculation of the *Postmortem Interval* (PMI), as well as contributing to the estimate of geographic location in which the fact investigated took place. Due to the great abundance and diversity of insects and their wide geographic distribution, studies about the life cycle, taxonomy, ecological aspects, and interactions become indispensable for the forensic entomology area, associated with the judicial parts, to be used as a tool each time, most useful in solving crimes and investigations. In this work, we studied the interaction among parasitoid microhymenoptera: *Nasonia vitripennis*, *Pachycrepoideus vindemiae*, *Spalangia endius*, and species of the Diapriidae family and four species of host dipterans belonging to cadaveric entomofauna: *Chrysomya albiceps*, *Chrysomya megacephala*, *Chrysomya putoria*, *Cochliomyia macellaria*, and *Lucilia sericata*, in order to contribute to the knowledge of the relationships established between parasitoid insects and dipterans of forensic importance, which are commonly used in forensic investigations, as well as to evaluate the potential of the studied parasitoid species use as forensic indicators.

**Keywords:** Criminal Forensic, Parasitoid, Forensic flies, *PostMortem* Interval.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Fig. 1. Taxa de parasitismo de indivíduos da espécie da família Diapriidae sobre pupas de 5 espécies de moscas varejeiras após 24h de interação .

Fig. 2. Taxa de parasitismo de *Nasonia vitripennis* sobre pupas de 5 espécies de moscas varejeiras após 24h de interação.

Fig. 3. Taxa de parasitismo de *Pachycrepoideus vindemiae* sobre pupas de 5 espécies de moscas varejeiras após 24h de interação.

Fig. 4. Taxa de parasitismo de *Spalangia endius* sobre pupas de 5 espécies de moscas varejeiras após 24h de interação.

## LISTA DE ABREVIATURAS

IPM	Intervalo <i>PostMortem</i>
GDA	Graus/Dia Acumulados
GHA	Graus/Horas Acumulados
PAI	Período de atividade dos insetos

## SUMÁRIO

<b>1.1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
1.2 Revisão Bibliográfica.....	11
1.2.1 Dípteros califorídeos associados à fauna cadavérica.....	13
1.2.2 Alguns himenópteros parasitoides de dípteros pertencentes à fauna cadavérica.....	14
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>16</b>
2.1 Objetivo geral e específico.....	16
<b>3 MATERIAL E MÉTODO.....</b>	<b>16</b>
3.1 Coleta das espécies de moscas e parasitoides.....	16
3.2 Estimativa de frequência de parasitismo.....	17
3.3 Análises estatísticas.....	18
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>19</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>24</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>24</b>
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>25</b>

## 1.1 INTRODUÇÃO

Com o progresso da civilização, o campo da Ciência se multiplicou e desta surgiram ramos do conhecimento como a chamada Ciência Forense, que se configura como a área do conhecimento cujo principal objetivo é auxiliar nas investigações judiciais, sobretudo as criminais. Enquanto área interdisciplinar, a Ciência Forense envolve Física, Biologia, Química, Matemática dentre outras (SANTOS, 2018; MAIA, 2012) e no que tange o campo da Biologia, podemos destacar a atuação da Entomologia Forense (RODRIGUES *et al.*, 2018).

Neste sentido, os insetos, enquanto vestígios no corpo, se configuram como técnica entomológica, uma vez que a Entomologia Forense, ao estudar a sucessão dos insetos colonizadores nos cadáveres, auxilia no sentido de fornecer um indicador biológico para estimar o *Intervalo PostMortem* (IPM), que é o período de tempo situado entre a morte e o momento da descoberta do cadáver (NETO SILVA, 2021; RODRIGUES *et al.*, 2018). A Entomologia Forense utiliza as informações advindas dos insetos e outros artrópodes como ferramentas auxiliares para o esclarecimento e resolução de crimes violentos (como homicídios, por exemplo), aplicando conhecimentos da taxonomia e ecologia das espécies que fazem parte da comunidade associada à matéria em decomposição (OLIVEIRA-COSTA, 2003). Os dados entomológicos podem ser usados a fim de determinar o IPM de duas maneiras principais: através da sucessão de fauna dos artrópodes colonizadores dos cadáveres e também com a análise do desenvolvimento das espécies no substrato em seu entorno (CATTS & GOFF, 1992).

Para a estimativa do IPM na entomologia forense, utiliza-se o processo de metamorfose e os períodos de tempo correspondentes a cada estágio de desenvolvimento do inseto para sua datação, através de uma regressão, levando em consideração a temperatura do local. O processo de desenvolvimento pós-embriônico é o fator determinante para a estipulação do IPM nesse caso e, dentre as espécies amplamente estudadas e utilizadas devido a sua grande abundância e ser uma das primeiras colonizadoras dos cadáveres na região brasileira, destaca-se a *Chrysomya albiceps* (Wied.) (Diptera: Calliphoridae), espécie de díptero califorídeo que pode ser encontrada em áreas rurais, de mata e urbanas (LINHARES, 1981; SOUZA & LINHARES, 1997; BIAVATI *et al.*, 2010).

Nos países tropicais, como o Brasil, há uma grande preocupação econômica e sanitária com relação à algumas espécies de moscas que causam diversos danos em criações de animais, como a *Musca domestica* (L) (Diptera: Muscidae), *Stomoxys calcitrans* (L) (Diptera: Muscidae) e

as moscas-varejeiras *Chrysomya megacephala* (Fabr.) (Diptera: Calliphoridae) e *Chrysomya putoria* (Wied.) (Diptera: Calliphoridae) (SILVEIRA, GERSON AUGUSTO R., *et al.*, 1989). Além do fator sanitário e econômico, essas espécies de moscas e algumas outras, como *C. albiceps*, *Cochiliomya macelaria* (Fabr.) (Diptera: Calliphoridae) e *Lucilia sericata* (Meigen) (Diptera: Calliphoridae), possuem ampla distribuição geográfica nacional (tanto no ambiente rural quanto no urbano) e também grande importância dentro da entomologia forense por estarem diretamente relacionadas com a colonização de cadáveres em estágios de decomposição (SILVEIRA, GERSON AUGUSTO R., *et al.*, 1989). Devido ao fato dessas moscas estarem intimamente ligadas aos processos *post-mortem*, são muito utilizadas dentro do contexto da perícia criminal para auxiliar nos processos, principalmente, de identificação do IPM e também pode fornecer dados importantes a respeito da localidade em que o cadáver foi encontrado. Esse fator, portanto, foi determinante para a escolha dos hospedeiros para as análises presentes neste trabalho.

Segundo Keh (1985), os insetos associados a cadáveres podem ser classificados como: *acidentais* (insetos e outros artrópodes encontrados ao acaso no cadáver, devido a frequência que ocorrem naturalmente em determinadas áreas ecológicas, por exemplo os opiliões); *onívoros* (formigas, vespas e alguns besouros de dieta alimentar ampla, tanto dos corpos quanto da fauna associada); *predadores* (que se alimentam das formas adultas e/ou imaturas dos insetos cadavéricos); *necrófagos* (moscas e besouros que se alimentam de tecido em decomposição, encontrados na fase imatura e/ou adulta); e *parasitoides* (que utilizam a entomofauna cadavérica para retirar recursos para o desenvolvimento de sua prole, resultando na morte do hospedeiro). Especificamente com relação aos parasitoides, Desuó e colaboradores (2010) ressaltam que a maioria destes insetos, pertencentes às ordens Díptera e Hymenoptera, atuam no ataque de uma vasta gama de insetos necrófagos, podendo assim serem encontrados em corpos em estágios de putrefação e esse aspecto indica um potencial para serem utilizados como indicadores forenses complementares nas investigações criminais. Esta interação específica entre parasitoides e dípteros hospedeiros, entretanto, também pode ser explorada dentro do contexto forense, uma vez que o desenvolvimento do parasitoide e as etapas pós-embrionárias podem auxiliar no processo de identificação do IPM, fornecendo informações de tempo relacionadas a etapa de desenvolvimento do parasitoide presente no momento de avaliação forense. A possibilidade de utilizar as informações advindas do ciclo de vida de parasitoides no interior das pupas de dípteros

hospedeiros pode possibilitar a expansão do tempo de análise do IPM, mesmo quando não sejam encontradas mais larvas ou pupas das moscas em desenvolvimento no local.

Em um estudo prévio, Reigada e Godoy (2009) estudaram a fauna de parasitoides associada aos dípteros comuns a fauna cadavérica: *C. albiceps*, *C. megacephala*, *C. putoria*, *C. macellaria*, e *L. sericata*. As espécies parasitoides mais frequentemente encontradas associadas a estes dípteros hospedeiros foram: *Nasonia vitripennis*, *Pachycrepoideus vindemiae*, *Spalangia endius* e espécie da família Diapriidae. Com base no estudo de levantamento, conduzido por Reigada e Godoy (2009), neste presente trabalho procurou-se avaliar as relações entre os dípteros e parasitoides, a fim de possibilitar um maior entendimento dessas relações, bem como avaliar seus potenciais como indicadores biológicos forenses, tais como a determinação do IPM, em casos em que o cadáver esteja em um estágio de decomposição mais avançado e a identificação de pupas e larvas das moscas em estágios de desenvolvimento não seria possível devido a emergência dos adultos. O entendimento das relações de preferências entre os parasitoides e hospedeiros pode, inclusive, fornecer dados importantes para relacionarmos com a distribuição geográfica desses insetos, podendo também auxiliar nos processos de identificação geográfica do ocorrido.

Santos (2018) ressalta a importância da incorporação da Entomologia Forense enquanto metodologia e evidência biológica para auxiliar na resolução de crimes. Logo, é fundamental, cada vez mais, o desenvolvimento de estudos, técnicas e pesquisas sobre a entomofauna cadavérica, com indicadores biológicos mais precisos, dependendo das condições ambientais que os cadáveres são encontrados.

## **1.2 Revisão Bibliográfica**

Atualmente no Brasil vêm sendo desenvolvidas pesquisas em entomologia forense tanto em humanos quanto em carcaças de animais, com o intuito de obter parâmetros correlacionados, citando como exemplos os estudos de Bernaschina (2016), Bragança (2017) e Pereira (2021). Tanto no primeiro quanto no segundo estudo, as autoras objetivaram verificar a ocorrência de insetos da ordem Diptera em carcaças de suínos, além de identificar as espécies de insetos de interesse forense presentes. Já a terceira pesquisa teve como objetivo listar as espécies de entomofauna cadavérica, a influência da sazonalidade e regionalidade na sua distribuição e a diferença entre coletas em substratos humanos e animais.

O IPM pode ser obtido por meio de diversos parâmetros biológicos e fisiológicos relacionados aos estágios de decomposição do cadáver e, dependendo das condições ambientais encontradas, pode-se aferir parâmetros diferentes a fim de uma maior precisão dos resultados. De acordo com Madea B. (2005), existem diversas maneiras de se estimar o IPM com parâmetros fisiológicos do indivíduo aferidos pelo médico legista, tais como: a concentração de *Vitreous potassium*, onde analisa-se as concentrações extracelulares de potássio resultantes do processo de autólise das células, em conjunto com uma diminuição de sódio e cloreto, sendo utilizadas para a análise amostras do gradiente de concentração de potássio no LCR (fluido cerebral) que permanece no corpo de 15–20 horas e também o VH (humor vítreo), onde o gradiente se mantém em até 120h, sendo locais que fornecem uma precisão maior quando comparadas ao sangue, onde o gradiente de concentração desaparece em algumas horas; o Líquido Sinovial, sendo uma forma alternativa ao VH, onde analisa-se o fluido articular, especialmente quando o VH não estiver acessível e também a Decomposição-H através da espectroscopia de ressonância magnética. Entretanto, esses e alguns outros métodos podem se mostrar pouco precisos em casos nos quais o evento tenha ocorrido há mais de 72 horas, quando houve ingestão de drogas e medicamentos pelo indivíduo e dependendo das condições do ambiente em que o cadáver se encontrava, como temperatura, umidade e localidade.

Quando o cadáver já se encontra em estados de putrefação mais avançados, uma outra forma de estimar o IPM é utilizar a fauna cadavérica e sua sucessão entomológica (PORTO, 2014; OLIVEIRA-COSTA, 2003) ao analisar e levar em consideração o contexto forense do local para a identificação de fatores que possam retardar ou apressar o desenvolvimento dos insetos no cadáver (PORTO, 2014; OLIVEIRA-COSTA, 2003; SHARMA *et al.*, 2013). Assim, o cálculo do IPM é baseado no último estágio de desenvolvimento da larva de dípteros encontrados na cena do crime, pois o mesmo corresponde ao tempo mínimo de exposição do cadáver (OLIVEIRA-COSTA, 2011), que, combinado com a temperatura descrita, calcula-se o grau-dia acumulado (GDA). O GDA é a relação entre a idade do inseto e a temperatura que é necessária para que ele finalize seu desenvolvimento e, comparando os dados coletados da literatura, é possível estimar o IPM. Nesse processo, entretanto, nem sempre o estágio larval corresponde diretamente ao tempo entre a morte do indivíduo e o momento em que foi encontrado o corpo, uma vez que os fatores abióticos podem ter grande influência no retardo da colonização do cadáver pelos insetos, como: chuva, altitude, latitude, temperatura e acessibilidade, e também a possibilidade de ter outras

variáveis que devem ser levadas em consideração, como o caso do cadáver estar em um ambiente fechado, dificultando o encontro dos insetos necrófagos com o indivíduo (OLIVEIRA-COSTA, 2011; ALBERNON *et al.*, 2015a).

Além do método Graus/Dia Acumulados (AGD), o IPM também pode ser estimado pelos métodos de Graus/Horas Acumulados (GHA) e o período de atividade dos insetos (PAI) (CATTS & GOFF, 1992; AMES & TURNER, 2003), sendo os dois primeiros muito comuns em casos criminais do hemisfério norte e o terceiro é um dos mais utilizados em nosso país pela grande variação de temperatura encontrada nos diversos biomas que compõem o território brasileiro, sendo necessário o conhecimento das variáveis de padrão de sucessão ecológica encontrada no local e utilizando o tempo de desenvolvimento do imaturo, temperatura média do local e umidade para estimar, de forma mais precisa, o IPM (AMENDT *et al.*, 2007; KOSMANN *et al.*, 2011).

Além dos fatores abióticos citados, alguns cadáveres podem ainda ser encontrados submersos e enterrados, o que pode influenciar diretamente na colonização do cadáver pelos insetos. Reigada e colaboradores (2011) demonstraram, por meio de um experimento no qual pupas de dípteros foram submersas, que alguns parasitoides conseguem se desenvolver mesmo quando estão submersos de 3 a 6 dias, indicando que o uso da entomologia forense pode ser aplicado em ainda mais circunstâncias e auxiliar cada vez mais na resolução dos crimes, até mesmo em condições adversas em que as técnicas convencionais de cálculo do IPM teriam imprecisões severas.

### **1.2.1 Dípteros califorídeos associados à fauna cadavérica**

A ordem Diptera é a segunda maior ordem da classe Insecta, abrangendo mais de 151.000 espécies que já foram descritas (BRUSCA & BRUSCA, 2003) e, dentro da ordem Díptera com interesse forense, destaca-se a família Calliphoridae. Os califorídeos são dípteros muscóides que de forma geral, possuem larvas vermiformes e os indivíduos adultos possuem uma coloração metálica (cobre, violeta, verde e azul) (MELLO, 2012). A distribuição geográfica da família Calliphoridae se dá de forma ampla pelo território brasileiro, sendo encontradas em todos os tipos de ambientes (urbano, mata e rural), com grande tolerância à variações climáticas. que culminou em seu grande sucesso de dispersão (PIANKA, 1970; PARALUPPI & CASTELLÓN, 1994; MELLO *et al.*, 2007).

Os dípteros califorídeos estão intimamente ligados com os processos de colonização pioneira de corpos em decomposição (NUORTEVA, 1977; SMITH, 1986) e estão sendo amplamente estudados e utilizados dentro de técnicas da entomologia forense para diversas situações, desde a identificação do IPM até mesmo na resolução de crimes com variação geográfica, auxiliando nos processos criminais fornecendo informações a respeito da localidade em que o cadáver se encontrava. Existem também relações de parasitismo dentro da família Calliphoridae, visto que são hospedeiros de uma vasta gama de parasitoides himenópteros associados à fauna cadavérica. As relações entre hospedeiro e parasitoide estão sendo estudadas e analisadas em diversos contextos, podendo auxiliar nas investigações forenses como mais uma possível variável a ser analisadas nos processos criminais, objeto de estudo deste trabalho.

Neste trabalho foram utilizadas espécies de califorídeos de grande ocorrência no território nacional e com grande importância econômica e forense, sendo comumente utilizadas para a resolução de crimes como técnicas entomológicas forenses, as espécies: *C. albiceps*, *C. megacephala*, *C. putoria*, *C. macellaria*, e *L. sericata*.

### **1.2.2 Alguns himenópteros parasitoides de dípteros pertencentes à fauna cadavérica**

#### Família Diapriidae

A família Diapriidae compõe um grupo muito diverso com cerca de 2.300 espécies, com 197 gêneros e 79 registrados na região Neotropical (GILLOT, 2005) e são, principalmente, endoparasitoides gregários de pupas de dípteros califorídeos (ASKEW, 1971), embora existam espécies que podem alterar seu comportamento dependendo das condições ambientais, como o caso da *Trichopria sp.* (Hymenoptera: Diapriidae) que pode assumir um comportamento solitário dependendo das condições enfrentadas (MARCHIORI, 2000). A família possui grande distribuição nacional e, geralmente, estão associadas a ambientes rurais, principalmente em locais com fezes e resíduos vegetais (MONTEIRO, 1995). O desenvolvimento completo das espécies da família Diapriidae se dá, em média, em aproximadamente 19 dias, dependendo da temperatura e das condições ambientais (O'NEILL, 1973).

## Família Pteromalidae

Himenópteros parasitoides da família Pteromalidae, no geral, são um grupo de bastante interesse econômico em todo o mundo, principalmente quando relacionados com o controle biológico de muscóides sinantrópicos que causam diversos problemas sanitários em lavouras e na criação de animais em confinamento (CARDOSO & MILWARD-DE-AZEVEDO, 1996), podendo parasitar larvas e pupas dos hospedeiros das ordens Diptera, Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera e Siphonaptera (IORIATTI, 1995).

Dentre Pteromalidae, *Spalangia endius* (WALKER, 1839) é uma espécie solitária comumente encontrada associada com espécies de dípteros das famílias Muscidae, Calliphoridae, Sarcophagidae e Tephritidae (CARVALHO *et al.*, 2003). Essa espécie é encontrada em locais que há decomposição de matéria orgânica e fezes de animais e suas fases de desenvolvimento ocorrem dentro da pupa hospedeira, onde por volta de três semanas emergem os indivíduos adultos, dependendo das condições ambientais e temperatura (RUEDA & AXTELL, 1985). A fase imatura no interior do hospedeiro possui 3 ínstaes (WERREN, 2000).

Outra espécie da família Pteromalidae associada a dípteros da entomofauna cadavérica é *Nasonia vitripennis* (WALKER, 1836). Esta espécie possui comportamento gregário, é considerada polífaga e cosmopolita, com ampla distribuição no território nacional. O desenvolvimento embrionário dessa espécie, larval, pupal e adulto, leva em torno de 15 dias, dependendo das condições do ambiente e temperatura (GRASSBERGER *et al.*, 2003), apresentando 5 ínstaes larvais no interior do hospedeiro (TORMOS *et al.*, 2009).

*Pachycrepoideus vindemiae* (RONDANI, 1875) apresenta distribuição cosmopolita, sendo presente tanto em ambientes rurais como urbanos, com presença constante relatada por Carvalho *et al.*, 2003, em aviários de São Paulo e Minas Gerais. A espécie possui uma vasta gama de hospedeiros, sendo considerada um hiperparasitoide facultativo, podendo, também, parasitar larvas e pupas de himenópteras parasitoides de dípteros (CARVALHO *et al.*, 2003). Seu desenvolvimento completo se dá em torno de 18 dias, dependendo das condições ambientais e de temperatura (TORMOS *et al.*, 2009).

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivos geral e específicos

Este trabalho teve como objetivo avaliar as forças das interações de parasitismo entre hospedeiro e parasitoide por meio das taxas de parasitismo das espécies *Nasonia vitripennis*, *Pachycrepoideus vindemiae* e *Spalangia endius* (Hymenoptera: Pteromalidae) e parasitoides da família Diapriidae, sobre as espécies de dípteros necrófagos *Chrysomya albiceps*, *C. megacephala*, *C. putoria*, *Cochliomyia macellaria* e *Lucilia sericata* de maneira a entender como as espécies de dípteros califorídeos e parasitoides estão associados. Dessa forma, os objetivos específicos foram:

- i. Analisar a taxa de parasitismo das quatro espécies parasitoides sobre cinco espécies de dípteros;
- ii. Avaliar se as espécies parasitoides estudadas podem ser usadas como indicadores forenses trazendo informações sobre a força de interação com as espécies de dípteros comuns a fauna cadavérica.

## 3 MATERIAL E MÉTODO

Os dados utilizados para as análises neste trabalho foram coletados da base de dados construída por Reigada e colaboradores (2011) em sua tese de doutorado, capítulos 1 e 2.

### 3.1 Coleta das espécies de moscas e parasitoides

#### a) Moscas-varejeiras

As populações experimentais de *C. albiceps*, *C. megacephala*, *C. putoria*, *C. macellaria* e *L. sericata* foram obtidas a partir de exemplares coletados nas proximidades do Departamento de Parasitologia do Instituto de Biociências e na área silvestre da Fazenda Experimental do Lageado, UNESP. Foram utilizadas carcaças de roedores em decomposição como substrato atrativo durante as coletas. Os exemplares coletados foram anestesiados com baixa temperatura, identificados segundo a espécie e colocados em gaiolas com armação de madeira e tela de “nylon” (30×30×30

cm), formando assim as populações em laboratório. As populações experimentais receberam água e açúcar *ad libitum* e foram mantidas em sala com temperatura a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , fotoperíodo de 12 horas e umidade relativa de 70%. Às fêmeas adultas foi fornecido fígado bovino como fonte protéica suplementar, por serem espécies anautógenas (LINHARES, 1988). As posturas foram obtidas e separadas por espécie em frascos contendo carne bovina moída, suficiente para o crescimento natural das populações. As larvas foram mantidas em câmara climática nas condições já citadas anteriormente.

### *b) Parasitoides*

Recipientes plásticos (20 cm de altura por 15 cm de diâmetro) contendo larvas de dípteros criadas em laboratório até o último ínstar, carne putrefata da quais as larvas de moscas foram criadas e pó de serra para possibilitar a pupação das larvas foram expostas para a atração e coleta de parasitoides associados aos dípteros (CARVALHO *et al.*, 2003, 2004). Para cada espécie de díptera estudadas foi utilizado um recipiente plástico, de maneira a viabilizar a coleta de parasitoides associadas a cada espécie de mosca. Os recipientes permaneceram expostos por sete dias em campo. Este período foi suficiente para as larvas contidas nos recipientes passarem ao estágio de pupa. Dessa forma foi dada aos parasitoides a chance de entrarem em contato com larvas e pupas de moscas varejeiras hospedeiras. Findado este período, o conteúdo dos recipientes foi peneirado e as pupas levadas para o Laboratório de Ecologia Populacional, no Departamento de Parasitologia UNESP - Campus de Botucatu, e colocadas individualmente em cápsulas de gelatina (número 00) para a obtenção de moscas e/ou parasitoides (CARVALHO *et al.*, 2003). Os exemplares de parasitoides coletados foram identificados com auxílio do Dr. Gary A. P. Gibson do Canadian National Collection of Insects (CNC) – Agriculture and Agri-Food Canada. O material testemunho foi depositado no Laboratório de Ecologia Populacional, Departamento de Parasitologia - UNESP - Botucatu.

## **3.2 Estimativa de frequência de parasitismo**

Para a estimativa da frequência de parasitismo foram utilizadas fêmeas nulíparas (1ª geração) provenientes da prole das populações obtidas das coletas, previamente alimentadas com

mel e água. As fêmeas foram individualizadas em recipientes plásticos (20 cm de altura por 15 cm de diâmetro) contendo 25 pupas hospedeiras de uma das espécies de mosca hospedeira. As pupas tinham aproximadamente 24 horas de idade. Os recipientes plásticos foram colocados em bancadas iluminadas e mantidos em sala com temperatura a  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ , fotoperíodo de 12 horas e umidade relativa de 70%. Foram utilizadas pupas de *C. albiceps*, *C. putoria*, *C. macellaria*, *L. sericata* e *C. megacephala* como hospedeiras. As diferentes espécies de parasitoides foram confinadas com as pupas hospedeiras por 24 horas, com a finalidade de estimar a frequência de parasitismo de cada espécie de parasitoide sobre os hospedeiros, bem como conhecer o comportamento reprodutivo das espécies parasitoides nas primeiras 24 horas de contato com seus hospedeiros. Para cada interação hospedeiro/parasitoide foram feitas 10 réplicas e a quantidade de pupas parasitadas foi quantificada. Foram consideradas pupas parasitadas aquelas em que ocorreu emergência de parasitoides adultos.

### 3.3 Análise estatística

O efeito das espécies de cada díptero hospedeiro sobre a taxa de parasitismo das espécies parasitoides foi analisado através do ajuste de modelos linearmente generalizados, assumindo erro Binomial. A ocorrência de superdispersão, quando necessária, foi corrigida através do uso da distribuição quasibinomial. A escolha do melhor modelo estatístico aplicado na análise foi feita através de comparações entre os ajustes do modelo completo e modelo com a redução da variável, usando teste de máxima verossimilhança. Quando significativo o efeito da espécie hospedeira sobre as taxas de parasitismo, as taxas de parasitismo sobre cada hospedeiro foram comparadas.

A avaliação da qualidade de ajuste do modelo selecionado foi feita através do uso de gráfico *half normal plot* com envelopes simulados ao nível de 95% de confiança (MORAL *et al.*, 2017). Para as análises foi utilizado o software estatístico R (R Core Team, 2020), com o auxílio do pacote HNP (MORAL *et al.*, 2017), EMMEANS (LENTH, 2020), MULTCOMPVIEW (GRAVES *et al.*, 2019) e MULTCOMP (HOTHORN *et al.*, 2008).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Espécie da família Diapriidae

A espécie hospedeira teve efeito significativo sobre a taxa de parasitismo de Diapriidae ( $F_{4,45}=20.147$ ;  $p<0.05$ ). As maiores taxas de parasitismo se deram sobre pupas de *C. megacephala*, a qual foi observada 32,1% das pupas parasitadas em 24h de contato entre as espécies. Não foi observado parasitismo sobre *C. macellaria* e as fêmeas de Diapriidae exibiram baixas taxas de parasitismo sobre as demais espécies de moscas (3,2% *C. albiceps*, 8,4% em *L. sericata* e 4,4% em *C. putoria*), as quais não diferiram estatisticamente entre si (Fig.1).

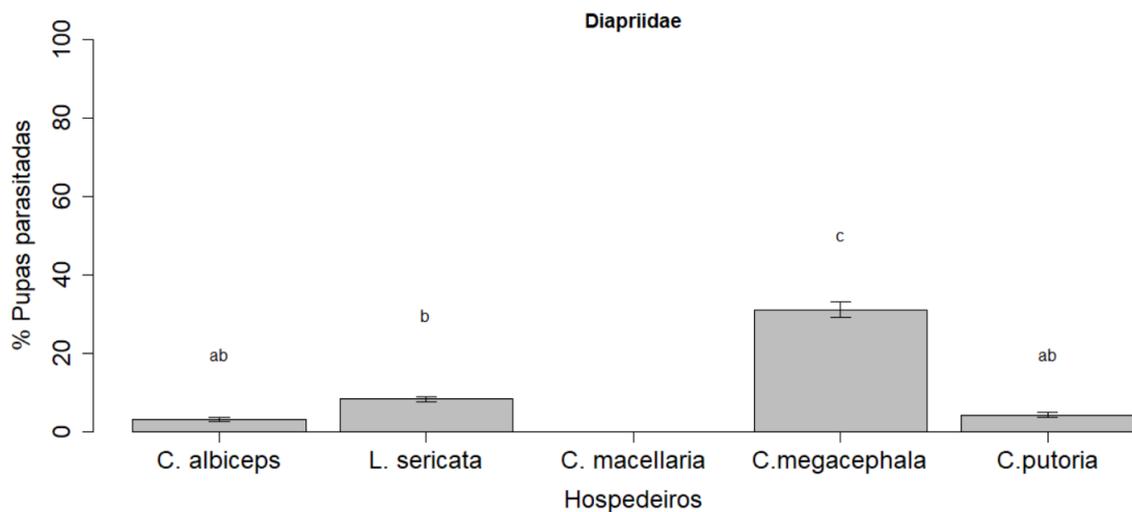


Fig. 1. Taxa de parasitismo de indivíduos da espécie da família Diapriidae sobre pupas de 5 espécies de moscas varejeiras após 24h de interação.

Na literatura, a família Diapriidae possui diversos gêneros que parasitam larvas e pupas de dípteros de interesse forense, tais como o gênero *Trichopria*, relacionado ao parasitismo de Sepsidae, Muscidae, Sarcophagidae, Sphaeroceridae e Calliphoridae (FIGG *et al.*, 1983; BLUME, 1984; SILVA, 1991) e que podem vir a ser explorados e analisados de forma mais aprofundada para entender seu uso e aplicações no contexto forense das investigações criminais. A espécie analisada neste estudo, entretanto, pode ser considerada um indicador forense fraco, devido ao fato de não possuir taxas de parasitismo que indiquem um aspecto generalismo frente aos hospedeiros analisados.

### *Nasonia vitripennis*

A espécie de díptero hospedeiro teve efeito sobre a taxa de parasitismo de *N. vitripennis* ( $F_{4,45}=4.2477$ ;  $p<0.05$ ). As maiores taxas de parasitismo se deram sobre pupas de *C. megacephala* e *C. macellaria*, que corresponderam a 11,6% e 10% do total de pupas parasitadas, seguidas de *C. putoria* (6,4%) e *L. sericata* (6,2%). Pupas de *C. albiceps* sofreram as menores taxas de parasitismo (3,2%) (Fig. 2).

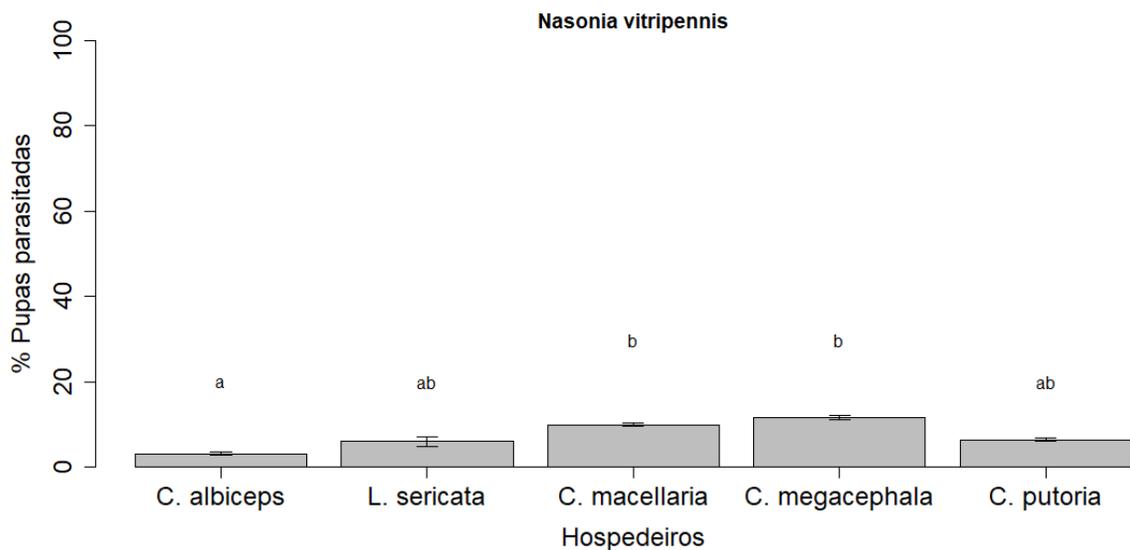


Fig. 2. Taxa de parasitismo de *Nasonia vitripennis* sobre pupas de 5 espécies de moscas varejeiras após 24h de interação

Os resultados mostram que *N. vitripennis* é um parasitoide generalista, uma vez que apresentou taxas de parasitismo semelhantes sobre a maior parte das espécies de dípteros estudadas. Devido ao generalismo em seu comportamento de parasitismo, a espécie apresenta potencial para ser um bom indicador para ser utilizado no contexto forense.

### *Pachycrepoideus vindemiae*

A espécie hospedeira teve efeito sobre as taxas de parasitismo de *P. vindemiae* ( $F_{4,43}=16.053$ ;  $p<0.05$ ). As maiores taxas de parasitismo se deram sobre as pupas de *L. sericata* e *C. putoria*, que corresponderam a 45,2% e 28,4% do total de pupas parasitadas, seguidas de *C.*

*macellaria* (25,2%) e *C. megacephala* (16,4%). Pupas de *C. albiceps* sofreram as menores taxas de parasitismo (4%) (Fig. 3).

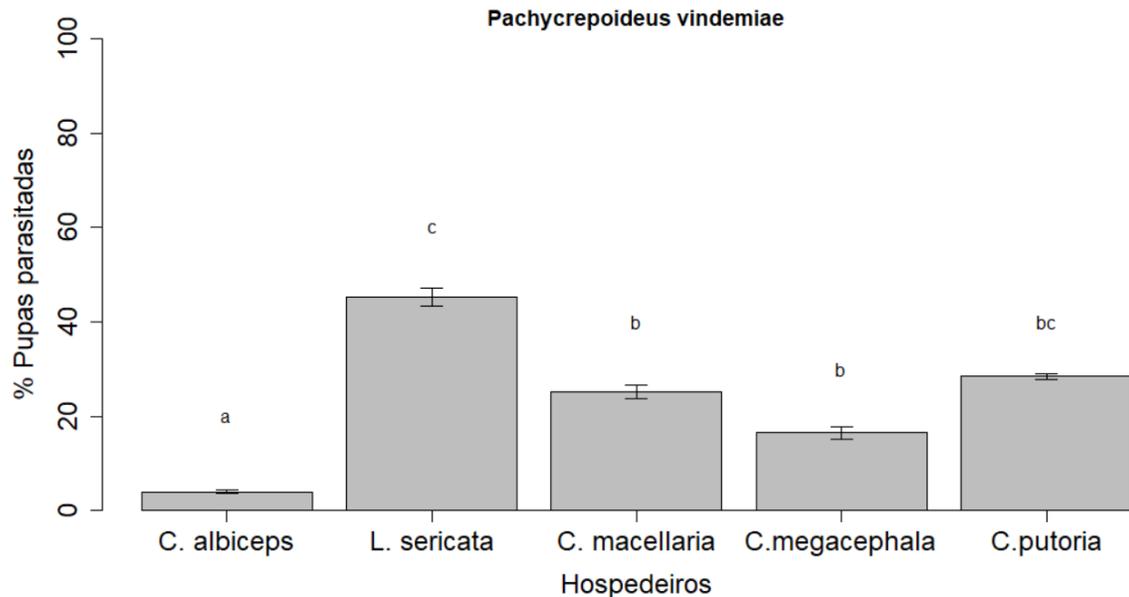


Fig. 3. Taxa de parasitismo de *Pachycrepoideus vindemiae* sobre pupas de 5 espécies de moscas varejeiras após 24h de interação.

*Pachycrepoideus vindemiae* é considerada uma espécie cosmopolita (CARTON *et al.*, 1986) com comportamento de parasitismo solitário que engloba uma grande variedade de hospedeiros de diversos grupos de dípteros (MACHIORRI E BARBARESCO, 2007; WANG E MESSING, 2004a; ZHAO *et al.*, 2013). A espécie também pode parasitar outras espécies de himenópteros parasitoides, e, dessa forma, a espécie pode ser considerada hiperparasitoide facultativo de larvas de outros parasitoides presentes em seus hospedeiros previamente parasitados (GOUBAULT *et al.*, 2003; WANG E MESSING, 2004b; WHARTON, 1989). As altas taxas de parasitismo sobre todas as espécies de dípteros estudadas indicam um comportamento de parasitismo generalista, portanto a espécie tem potencial para ser utilizada como um bom indicador forense.

### *Spalangia endius*

As taxas de parasitismo de *S. endius* foram afetadas pelas espécies de díptero com as quais os parasitoides interagiram ( $F_{4,45}=4.9196$ ;  $p<0.05$ ). As maiores taxas de parasitismo se deram sobre as pupas de *C. megacephala* e *C. macellaria*, que corresponderam a 38% e 23,6% respectivamente do total de pupas parasitadas, seguidas de *L. sericata* (21,6%) e *C. putoria* (10,4%). Pupas de *C. albiceps* sofreram as menores taxas de parasitismo (3,58%) (Fig. 4).

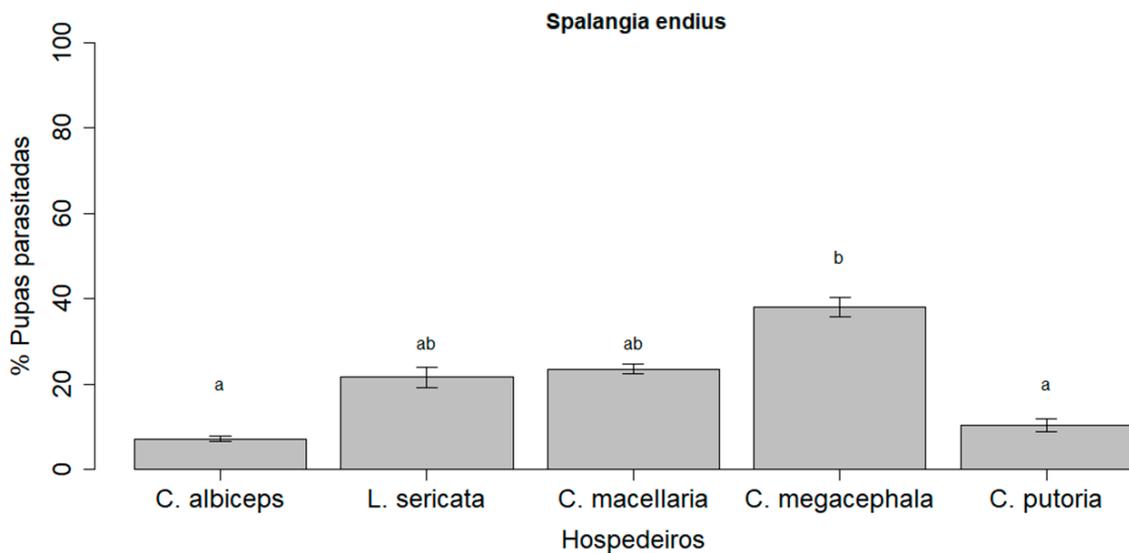


Fig. 4. Taxa de parasitismo de *Spalangia endius* sobre pupas de 5 espécies de moscas varejeiras após 24h de interação.

*Spalangia endius* é um ectoparasitoide solitário e possui grandes taxas de sucesso e eficiência no controle biológico de espécies de moscas que causam diversos danos em criações de gado, aves e suínos em confinamento (MORGAN *et al.*, 1975; INCISO & CASTRO, 2007) indicando que possui uma alta eficiência no processo de parasitismo. Seu comportamento generalista, portanto, indica que a espécie tem potencial para ser um bom indicador forense.

As análises realizadas nesse estudo mostraram que as espécies de parasitoides interagem com os dípteros hospedeiros de interesse forense, embora, dentre as espécies hospedeiras, *C. albiceps*, uma das espécies mais utilizadas na entomologia forense e amplamente distribuída no

território brasileiro, tenha sido a espécie menos parasitada. A menor taxa de ataque a esta espécie pode estar ligada à morfologia das pupas, que apresenta “espinhos” em sua região externa (QUEIROZ *et al.*, 1997). A presença destes “espinhos” pode interferir no sucesso de parasitismo dos parasitoides, dificultando a oviposição.

Dentre as espécies avaliadas, as maiores taxas de parasitismo foram encontradas para as espécies *P. vindemiae*, *S. endius* e *N. vitripennis*, o que indica que estas espécies parasitoides possuem potencial para serem utilizadas como indicadores forenses, principalmente pelo comportamento generalista exibido pelas espécies. Isto porque espécies parasitoides que exibem uma ampla gama de hospedeiros e altas taxas de parasitismo apresentam maiores probabilidades de serem encontradas e coletadas em cenas de crime (VOSS *et al.*, 2009) associadas aos hospedeiros que já possuem grande interesse forense.

Embora frequentemente presentes e associados a dípteros de importância forense, o uso de parasitoides como uma ferramenta em investigações criminais, tem sido amplamente ignorado devido ao pequeno tamanho destes insetos e a escassez de informações biológicas disponíveis (GRASSBERGER E FRANK, 2003; AMENDT *et al.*, 2007; VOSS *et al.*, 2009). Segundo Voss e colaboradores (2009), uma vez conhecidas as possíveis espécies parasitoides associadas a dípteros de importância forense e tendo um protocolo apropriado de busca e manuseio de restos de pupas durante a coleta, é possível usar as informações vindas dos parasitoides como evidências entomológicas. Assim, pupas fechadas, as quais não houve emergência de adultos, que ocorrem no local simultaneamente com demais indivíduos da mesma coorte devem ser tratados como potenciais hospedeiros de parasitoides e criados adequadamente. Adicionalmente, restos de pupas coletados após a conclusão do desenvolvimento do parasitoide dentro do hospedeiro também podem fornecer uma estimativa de IPM, usando o tempo de desenvolvimento calculado do parasitoide adicionado ao tempo de desenvolvimento do hospedeiro, fornecendo, portanto, um *postmortem* estendido em um intervalo de tempo para casos em que tradicionalmente os indicadores forenses concluem seu desenvolvimento (GRASSBERGER E FRANK, 2003; AMENDT *et al.*, 2010).

Os resultados obtidos neste estudo podem contribuir para futuras pesquisas que envolvam parasitoides no auxílio de investigações forenses, fornecendo dados sobre espécies úteis na interação com espécies de dípteros califorídeos da fauna cadavérica. Estudos do ciclo biológico

de cada espécie de hospedeiros e dos parasitoides, suas relações intra e interespecíficas, sazonalidade, distribuição territorial e a influência de fatores abióticos nos ciclos de vida também podem contribuir para o uso destas espécies no auxílio da datação do IPM e em processos de investigações que envolvam fatores de sazonalidade e regionalidade.

## 5 CONCLUSÃO

1. As taxas de parasitismo das quatro espécies de parasitoides sobre as cinco espécies de dípteros califorídeos mais significativas foram encontradas em *N. vitripennis*, *P. vindemiae* e *S. endius*;
2. Levando em consideração a taxa de parasitismo e o comportamento generalista de cada um dos parasitoides podemos inferir que *N. vitripennis*, *P. vindemiae* e *S. endius* possuem grande potencial para serem utilizados como indicadores forenses, para que futuros estudos e elaborações de protocolos forenses sejam realizados;
3. A espécie da família Diapriidae foi a espécie que indicou relação de preferência com hospedeiro dentre os parasitoides analisados, possuindo maior associação com *C. megacephala*, o que não foi observada nos demais parasitoides que tiveram taxas de parasitismo e associações mais generalistas com seus hospedeiros.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A entomologia forense é uma ferramenta muito importante para a resolução de uma vasta gama de crimes, devido a grande abundância de insetos colonizadores que estão relacionados com os processos *PostMortem*, suas distribuições geográficas e suas associações. Existem diversas dificuldades, fatores bióticos e abióticos, que podem influenciar na estimativa do IPM e que dificultam os processos de identificação da vítima, do contexto forense e seus aspectos geográficos. Se faz necessário cada vez mais estudos e parcerias com pesquisadores para que se possa conhecer ainda mais a biologia desses insetos, os ciclos de vida e as inúmeras variáveis que possam ser utilizadas na resolução dos crimes, sendo mais uma ferramenta a fim de aumentar a precisão das investigações criminais.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERNON, C.; DEVIGNE, C.; HEDOUIN, V.; GOSSET, D.; CHARABIDZE, D. **In Vitro Effects of Household Products on *Calliphoridae* Larvae Development**: Implication for Forensic Entomology. *Journal of forensic Sciences*, Manhattan, v. 60, n. 1, p. 226 – 232, 2015.
- AMENDT, J.; CAMPOBASSO, C. P.; GAUDRY, E.; REITER, C.; LEBLANC, H. N.; JR HALL, M. **Best practice in forensic entomology - standards and guidelines**. *International journal of legal medicine*, 121(2), 90-104, 2007.
- AMES, C.; TURNER, B. **Low temperature episodes in development of blowflies**: implications for postmortem interval estimation. *Medical and Veterinary Entomology*, 17(2), 178-186, 2003.
- ANDRADE, M. R.; HINDE, J.; GARCIA, B. D. C. **Half-normal plots and overdispersed models in R**: the hnp package. *Journal of Statistical Software*, 81(10), 2017.
- ASKEW, R. R. **Parasitic insects**. *Parasitic insects*, 1971.
- BAUMGARTNER, D. L.; GREENBERG, B. **The genus *Chrysomya* (Diptera: Calliphoridae) in the New World**. *Journal of Medical Entomology* 21: 105–113, 1984.
- BERNASCHINA; TORRES L. M. *et al.* **Levantamento de fauna díptera de interesse forense em carcaça de suíno em ambiente de restinga arbórea em Florianópolis**. Santa Catarina, 2016.
- BIAVATI, G. M.; SANTANA, Fernando H. A.; PUJOL-LUZ, José R. **A checklist of *Calliphoridae* blowflies (Insecta, Diptera) associated with a pig carrion in Central Brazil**. *Journal of Forensic Sciences*, v. 55, n. 6, p. 1603-1606, 2010.
- BLUME, R.R. **Parasites of Diptera associated with bovine droppings on a pasture in east central Texas**. *Southwest Entomology*, v.11, n.3, p. 215-222, 1984.
- BRAGANÇA, S. P.; JUNIOR, D. P. L. **Principais dípteros necrófagos observados em carcaça de suínos *sus scrofa* Linnaeus (suidae) oriundas de área silvestre na região da Chapada dos Guimarães- Mato Grosso/Brasil**. TCC-Ciências Biológicas, 2019.
- BRUSCA, R. C.; BRUSCA, G. J. **Invertebrates**. *Sinauer*. Sunderland, MA, p. 936, 2003.
- CARDOSO, D.; MILWARD-DE-AZEVEDO, E. M. V. **Aspectos da biologia de *Nasonia vitripennis* (Walker), (Hymenoptera: Pteromalidae) em pupas de *Chrysomya megacephala* (Fabricius) e *C. albiceps* (Wiedemann) (Diptera: Calliphoridae), sob condições de laboratório**. *Revista Brasileira de Entomologia*, 40(2), 143-146, 1996.
- CARTON, Y.; BOULÉTREAU B.; VAN ALPHEN J. J. M.; VAN LENTEREN J. C. **The *Drosophila* parasitic wasps**, pp. 347-394, In: *The genetics and biology of Drosophila*, Vol. 3e (ASHBURNER M., CARSON H. L., THOMPSON J. N., Eds). - Academic Press, London, UK, 1986.
- CARVALHO A. R.; MELLO, R. P.; d'ALMEIDA J. M. **Microhimenópteros parasitoides de *Chrysomya megacephala***. *Revista de Saúde Pública*, v. 37, n 6, p. 810-8122, 2003.
- CARVALHO, A. R. de; MELLO, R. P. de; D'ALMEIDA, José Mario. **Dinâmica populacional e parasitismo de himenópteros parasitoides de *Chrysomya megacephala* (Fabricius)**

- (**Diptera, Calliphoridae**), no Rio de Janeiro, RJ. Revista brasileira de Entomologia, v. 49, p. 118-122, 2005.
- CATTS, E. Paul; GOFF, M. Lee. **Forensic entomology in criminal investigations**. Annual review of Entomology, v. 37, n. 1, p. 253-272, 1992.
- DESUÓ, Ivan Cesar *et al.* **Artropodofauna de menor importância forense associada a carcaças em decomposição**. Entomologia forense: Novas tendências e tecnologias nas ciências criminais. Cap 7. P. 208-236, 2010.
- DOS SANTOS, A. E. **As principais linhas da biologia forense e como auxiliam na resolução de crimes**. Revista brasileira de criminalística, v. 7, n. 3, p. 12-20, 2018.
- FARIA, L. D. B.; ORSI, L.; TRINCA, L. A.; GODOY, W. A. C. **Larval predation by *Chrysomya albiceps* on *Cochliomyia macellaria*, *Chrysomya megacephala* and *Chrysomya putoria***. Entomologia experimentalis et applicata, 90(2), 149-155, 1999.
- FIGG, D.E. & HALL, R.D.; THOMAS, G.D. **Host range and eclosion success of the parasite *Aphaereta pallipes* (Hymenoptera: Braconidae) among dung-breeding Diptera in central Missouri**. Environmental Entomology, n.12, p. 993-995, 1983.
- GILLOTT, Cedric. **Entomology**. Springer Science & Business Media, 2005.
- GOUBAULT, Marlène *et al.* **Effect of expected offspring survival probability on host selection in a solitary parasitoid**. Entomologia Experimentalis et Applicata, v. 109, n. 2, p. 123-131, 2003.
- GRASSBERGER, Martin; FRANK, C. **Temperature-related development of the parasitoid wasp *Nasonia vitripennis* as forensic indicator**. Medical and Veterinary Entomology, v. 17, n. 3, p. 257-262, 2003.
- GUIMARÃES, J. H.; PRADO, A. P.; LINHARES A. X. L. **Three newly introduced blowfly species in southern Brazil (Diptera: Calliphoridae)**. Revista Brasileira de Entomologia 22: 53–60, 1978.
- HOTHORN, T.; BRETZ, F.; WESTFALL, P. **Simultaneous inference in general parametric models**. Biometrical Journal: Journal of Mathematical Methods in Biosciences, 50(3), 346-363, 2008.
- INCISO, E.; CASTRO, J. **Evaluación de *Spalangia endius* y *Muscidifurax sp.* (Hymenoptera, Pteromalidae) como controladores de *Musca domestica* en el Peru**. Revista peruana de biología, 13(3), 237-242, 2007.
- IORIATTI, M.C.S.S. **Contribuição ao estudo da biologia e taxonomia dos *Hymenoptera parasitoides* de Diptera das famílias Tephritidae e Lonchaeidae**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Biologia Evolutiva) -Curso de Pós-graduação em Ciências Biológicas, 92 f, Universidade Federal de São Carlos, 1995.
- KEH, Benjamin. **Scope and applications of forensic entomology**. Annual review of entomology, v. 30, n. 1, p. 137-154, 1985.
- KOSMANN, C.; MACEDO, M. P.; BARBOSA, T. A. F.; PUJOL-LUZ, J. R. ***Chrysomya albiceps* (Wiedemann) and *Hemilucilia segmentaria* (Fabricius) (Diptera, Calliphoridae) used to estimate the postmortem interval in a forensic case in Minas Gerais, Brazil**. Revista Brasileira de Entomologia, 55, 621-623, 2011.
- LAURENCE, B. R. **Old World blowflies in the New World**. Parasitology Today 2: 77–79, 1986.

- LEGNER, E. F.; BRYDON, H. W. **Suppression of dung-inhabiting fly populations by pupal parasites**. *Annals of the Entomological Society of America*, 59(4), 638-651, 1996.
- LENTH, R.; SINGMANN, L. J.; BUERKNER, P.; HERVE, M. **Package ‘emmeans’**. 2020. Disponível em: <https://cran.rproject.org/web/packages/emmeans/emmeans.pdf>. Acesso em: 28 de mar, 2020.
- LINHARES, A. X.; AVANCINI, R. P. M. **Ovarian development in the blowflies *Chrysomya putoria* and *C. megacephala* on natural diets**. *Medical and Veterinary Entomology*, 3(3), 293-295, 1989.
- MADEA, Burkhard. **Is there recent progress in the estimation of the postmortem interval by means of thanatochemistry?**. *Forensic science international*, v. 151, n. 2-3, p. 139-149, 2005.
- MARCHIORI, C. H. *et al.* ***Trichopria sp.* (Hymenoptera: Diapriidae) parasitoids of Diptera Muscoidea**. *Arquivos do Instituto Biológico (São Paulo)*, v. 67, n. 1, p. 131-133, 2000.
- MARCHIORI, C. H.; BARBARESCO, L. F. **Occurrence of *Pachycrepoideus vindemmiae* (Rondani, 1875), (hymenoptera: Pteromalidae) as a parasitoid of *Megaselia scalaris* (loew, 1866), (diptera: Phoridae) in Brazil**. *Brazilian Journal of Biology*, v. 67, p. 577-578, 2007.
- MELLO, R. D. S. **Biologia de Califorídeos (Diptera): Foto resposta, parasitismo e controle**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2012.
- MELLO, R. S.; QUEIROZ, M. M. C.; AGUIAR-COELHO, V. M. **Population fluctuations of calliphorid species (Diptera, Calliphoridae) in the Biological Reserve of Tinguá, state of Rio de Janeiro, Brazil**. *Iheringia*, v. 97, n. 4, p. 81-485, 2007.
- MONTEIRO, M. R.; PRADO, A. P. D.; HABIB, M. E. E. D. M.; PATEL, P. N. **Microhimenopteros (Insecta: Hymenoptera) parasitoides e insetos predadores de moscas sinantropicas (Insecta: Diptera) na Granja Capuavinha, Monte Mor, SP**, 1995.
- MORGAN, P. B.; PATTERSON, R. S.; LABRECQUEL, G. C.; WEIDHAAS, D. E.; BENTON, A. N. D. A. **Suppression of a field population of houseflies with *Spalangia endius***. *Science*, 189 (4200), 388-389, 1975.
- NUORTEVA, P. **Sarco-saprophagus insects as forensic indicators**. vol. II. In: *Forensic* 668, 1994.
- OLIVEIRA, J. C. **Entomologia forense: Quando os insetos são vestígios**. 3. Ed. Campinas, SP: Millennium, 2003.
- O'NEILL, William L. **Biology of *Trichopria popei* and *T. atrichomelinae* (Hymenoptera: Diapriidae), parasitoids of the Sciomyzidae (Diptera)**. *Annals of the Entomological Society of America*, v. 66, n. 5, p. 1043-1050, 1973.
- PARALUPPI, N. D.; CASTELLÓN, E. G. **Calliphoridae (Diptera) em Manaus: I levantamento taxonômico e sazonalidade**. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 38, p. 661, 1994.
- PEREIRA, Caio Tourinho *et al.* **Levantamento de dípteros coletados em cadáveres humanos nas ocorrências atendidas pelo Instituto Geral de Perícias de Florianópolis, Santa Catarina**, 2021.
- PIANKA, E. R. **On r and k selection**. *The American Naturalist*, v. 104, p. 592-597, 1970.
- PORTO, M. F. B. F. **A Entomologia Forense na Determinação do Intervalo Pós-Morte**. 25 f. Trabalho de Conclusão de Curso do Centro Universitário de Brasília, Brasília, 25 f, 2014.

- QUEIROZ, M. M. D. C.; MELLO, R. P. D.; LIMA, M. M. **Morphological aspects of the larval instars of *Chrysomya albiceps* (Diptera, Calliphoridae) reared in the laboratory.** *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 92, 187-196, 1997.
- REIGADA, C. **Dinâmica tritrófica experimental em populações de moscas varejeiras.** Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, p. 178, 2009.
- REIGADA, C. *et al.* **Survival of submerged blowfly species and their parasitoids: implications for postmortem submersion interval.** *Forensic Science International*, v. 212, n. 1-3, p. 126-129, 2011.
- RODRIGUES, A. C.; MUNHOZ, Silvana; MAIOLA, M. A. **A importância da entomologia forense nas ciências criminais.** *Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa*, v. 33, n. 65, p. 11-24, 2018.
- RUEDA, L. M.; AXTELL, R. C. **Guide to common species of pupal parasites (Hymenoptera: Pteromalidae) of the House Fly and other Muscoid Fly Associated with Poultry and Livestock Manure.** Technical bulletin, v. 278, North Carolina Agricultural Research, 88 p, 1985.
- SHARMA, R.; GARG, R. K.; GAUR, J. R. **Contribution of various measures for estimation of post mortem interval from Calliphoridae: A review.** *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, Egito, (2013).
- SILVA, A. S. **Himenópteros parasitoides associados a dípteros saprófagos, com especial referência aos Alysiniinae (Braconidae).** Universidade Federal de São Carlos, SP, p. 54, 1991.
- SILVEIRA, Gerson Augusto R. *et al.* **Levantamento de microhimenópteros parasitoides de dípteros de importância, médico-veterinária no Brasil.** *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 84, p. 505-510, 1989.
- SMITH, K. G. V. **A manual of forensic entomology.** British Museum (Natural History), London & Cornell University Press, Ithaca, NY, 1986.
- SOUZA, A. M.; LINHARES, A. X. **Diptera and Coleoptera of potential forensic importance in southeastern Brazil: relative abundance and seasonality.** *Medical and veterinary entomology*, v. 11, n. 1, p. 8-12, 1997.
- TEDESCHI, C. G; ECKERT, W. G. **Medicine: A study of trauma and environmental hazards.** Saunders, Philadelphia, p. 1072- 1095, 1977.
- TORMOS, J. F; BEITIA; BOCKMANN, E. A.; FERNÁNDES, S; ASSIS, J. D. **The preimaginal phases and development of *Pachycrepoideus vindemmiae* (Hymenoptera, Pteromalidae) on Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Diptera, Tephritidae).** *Microscopy & Microanalysis* 15: 422–434, 2009.
- VOSS, S.C.; SPAFFORD, H.; DADOUR, I.R. **Hymenopteran Parasitoids of Forensic Importance: Host Associations, Seasonality, and Prevalence of Parasitoids of Carrion Flies in Western Australia.** *Journal of Medical Entomology*. 46(5): 1210-1219. 2009
- WANG, X. G.; MESSING, R. H. **Two different life-history strategies determine the competitive outcome between *Dirhinus giffardii* (Chalcididae) and *Pachycrepoideus vindemmiae* (Pteromalidae), ectoparasitoids of cyclorrhaphous Diptera.** *Bulletin of Entomological Research*, v. 94, n. 5, p. 473-480, 2004.

- WANG, Xin-geng; MESSING, Russell H. **The ectoparasitic pupal parasitoid, *Pachycrepoideus vindemmiae* (Hymenoptera: Pteromalidae), attacks other primary tephritid fruit fly parasitoids:** Host expansion and potential non-target impact. *Biological Control*, v. 31, n. 2, p. 227-236, 2004.
- WELLS, J. D. ***Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae) has reached the continental United States:** review of its biology, pest status, and spread around the world. *Journal of Medical Entomology* 28: 471–473, 1991.
- WERREN, J.H. ***Nasonia*:** an ideal organism for research & teaching. University of Rochester, p. 42, 2000.
- WHARTON, R. A. **Biological control of fruit-infesting Tephritidae.** *Fruit Flies Econ. Importance*, v. 87, p. 323-332, 1989.
- ZHAO H.; LING Z.; YI-JUAN X.; YONG-YUEY L.; GUANG-WEN L. **Effects of host age on the parasitism of *Pachycrepoideus vindemmiae* (Hymenoptera: Pteromalidae), an ectoparasitic pupal parasitoid of *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae).** *Florida Entomologist*, 96: 452-457, 2013.