



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE BIOCÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS BACHARELADO

ÁGATA VIEIRA DA SILVA

**AVALIAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS E
EXÓTICAS DE POTENCIAL FORENSE DA FAMÍLIA
CALLIPHORIDAE (DIPERA) EM UM FRAGMENTO DE MATA
ATLÂNTICA NO ESTADO DE PERNAMBUCO**

Recife
2024

ÁGATA VIEIRA DA SILVA

**AVALIAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS E
EXÓTICAS DE POTENCIAL FORENSE DA FAMÍLIA
CALLIPHORIDAE (DIPTERA) EM UM FRAGMENTO DE MATA
ATLÂNTICA NO ESTADO DE PERNAMBUCO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da
Universidade Federal de Pernambuco, como
requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador (a): Me. Henrique Rafael Pontes Ferreira

Co-orientador: Prof. Dr. Simão Dias de Vasconcelos Filho

Recife

2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Silva, Ágata Vieira da.

Avaliação da distribuição de espécies nativas e exóticas de potencial forense da família Calliphoridae (Diptera) em um fragmento de Mata Atlântica no estado de Pernambuco / Ágata Vieira da Silva. - Recife, 2024.

52 : il., tab.

Orientador(a): Henrique Rafael Pontes Ferreira

Cooorientador(a): Simão Dias Vasconcelos

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Biociências, Ciências Biológicas - Bacharelado, 2024.

1. Análise de biodiversidade. 2. Antropização. 3. Chrysomya. 4. Hemilucilia. 5. Moscas sarcosaprófagas. I. Ferreira, Henrique Rafael Pontes. (Orientação). II. Vasconcelos, Simão Dias. (Cooorientação). IV. Título.

590 CDD (22.ed.)

ÁGATA VIEIRA DA SILVA

**AVALIAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS E EXÓTICAS DE
POTENCIAL FORENSE DA FAMÍLIA CALLIPHORIDAE (DIPTERA) EM UM
FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA NO ESTADO DE PERNAMBUCO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de bacharelado em Ciências Biológicas da
Universidade Federal de Pernambuco, como
requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovado em: 08/03/2024

Nota: 9,2

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Henrique Rafael Pontes Ferreira
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Fábio Correia Costa (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^a Me. Jaziela de Arruda Mendonça (Examinador Externo)
Instituto Aggeu Magalhães (IAM-FIOCRUZ)

Dedico este trabalho a todas as pessoas trans que não tiveram a oportunidade de prosseguir com seus estudos, seja por terem sido expulsas de seus lares ou por terem tido o caminho de seus sonhos interrompido, junto com suas vidas.

AGRADECIMENTOS

Quero expressar minha imensa gratidão ao futuro Dr. Henrique Pontes por ter sido meu orientador, a pessoa que mais foi responsável em me fazer não desistir da minha trajetória acadêmica, aquele que mostrou ser possível quando eu duvidei.

Agradeço ao meu co-orientador, Dr. Simão Vasconcelos, por todo o conhecimento que foi transmitido a mim, por todos os ensinamentos valiosíssimos sobre entomologia e escrita científica.

Agradeço à minha amiga Alana Rayanne por ter sido a pessoa que me acolheu e proporcionou um espaço onde pude estruturar minha vida, longe da violência que enfrentei no mundo.

Quero agradecer também aos meus amigos, sejam biólogos ou não, que proporcionaram uma trajetória repleta de experiências sociais únicas e felizes. Especialmente ao meu melhor amigo, que nunca permitiu que eu desacreditasse de mim, e por terem sido meu porto seguro quando a vida muitas vezes me desafiou.

Agradeço ao Laboratório de Insetos de Importância Forense, aos pesquisadores e amigos integrantes do Forensic Club, por terem me proporcionado um ambiente de estudo, aprendizado e acolhimento.

Agradeço ao Centro de Biociências por ter se comprometido a tornar minha trajetória acadêmica mais tranquila, livre de preconceitos.

Expresso minha gratidão pelas bolsas de incentivo concedidas durante minha graduação, pois desempenharam um papel essencial em minha permanência no curso.

Sou grata à Universidade Federal de Pernambuco por ter me acolhido e proporcionado um espaço não apenas para crescer profissionalmente, mas também para me compreender no mundo.

RESUMO

As moscas sarcosaprófagas desempenham papéis vitais na entomologia forense, fornecem evidências cruciais em investigações criminais, como a estimativa do intervalo pós-morte mínimo (IPMmin). No Brasil, a ameaça crescente à biodiversidade única da Mata Atlântica resulta da perda de habitat e fragmentação. Os artrópodes, sensíveis a essas mudanças, são indicadores essenciais das consequências da atividade humana no ambiente. Portanto, este estudo visa avaliar a distribuição de espécies nativas e exóticas da família Calliphoridae, com potencial forense, em um fragmento de Mata Atlântica em Pernambuco considerando um gradiente de antropização e usando parâmetros ecológicos. O material biológico foi coletado durante o período de novembro a dezembro de 2021, na Mata do Curado, pertencente ao Comando Militar do Nordeste, de 103 hectares, dividido em quatro transectos: Borda (0 m), Perto da borda (135 m), Perto do centro (270 m), Centro da mata (400 m) em distâncias crescentes, a partir da área de maior antropização (margem da BR 232) em direção ao interior da mata. As coletas também foram feitas em uma área urbana adjacente como controle positivo de antropização, utilizando armadilhas suspensas iscadas com peixe e lombo de porco. O material foi triado, sexado, identificado e conservado em álcool 70%. Para análise, foram considerados a riqueza e abundância com adoção de índices de biodiversidade. Os padrões de distribuição foram avaliados em relação às variáveis independentes (iscas e gradiente) para espécies dos gêneros *Chrysomya* (Robineau-Desvoidy, 1830) (exóticas) e *Hemilucilia* Brauer, 1895 (nativas), utilizando NMDS e PERMANOVA. Os testes foram realizados com um nível de significância de $P < 0.05$ no software R, pacote Vegan. Foram coletados 6.230 espécimes da família Calliphoridae, distribuídos em 16 espécies e sete gêneros. *Chrysomya* e *Hemilucilia* foram os gêneros mais abundantes, representando 84,2% e 14,0% do total de espécimes, respectivamente, sendo *C. megacephala* a espécie mais comum em todos os transectos. A área de Borda apresentou a maior riqueza observada, com até 13 espécies, enquanto a área urbana teve apenas 4 espécies. Observou-se uma predominância de espécimes coletados no substrato de peixe (>60%) em comparação com o substrato de porco (~35%). A diferença nas iscas mostrou ser significativamente diferente para todas as associações avaliadas ($P < 0,05$). O gradiente de antropização mostrou diversidade de espécies, com a Borda exibindo maior diversidade, conforme indicado pelos índices de Simpson (0,586) e Shannon ($H' = 1,303$). As espécies exóticas predominaram (85,7%), principalmente no substrato de peixe. Espécies nativas concentraram-se em áreas mais preservadas, conforme indicado pela dissimilaridade de Bray-Curtis. Espécies exóticas estão mais ligadas a aplicações forenses, enquanto dados sobre espécies

nativas são limitados. As características específicas de cada espécie (nativa e exótica) influenciam os resultados deste estudo. A partir dos nossos resultados, concluímos que em diferentes campos e testes de variáveis ressaltam a importância de compreender essas diferenças e as implicações específicas em cada variável para áreas como entomologia forense e ecologia. Destaca-se a necessidade de futuras análises para abranger outros objetivos em relação ao uso de recursos, capacidade reprodutiva, competição e preferência por iscas.

Palavras-chave: Análise de biodiversidade, Antropização, *Chrysomya*, *Hemilucilia*, Moscas sarcosaprófagas.

ABSTRACT

The sarcosaprophagous flies play vital roles in forensic entomology, providing crucial evidence in criminal investigations, such as the estimation of the minimum post-mortem interval (PMI_{min}). In Brazil, the growing threat to the unique biodiversity of the Atlantic Forest results from habitat loss and fragmentation. Arthropods, sensitive to these changes, are essential indicators of the consequences of human activity on the environment. Therefore, this study aims to evaluate the distribution of native and exotic species of the Calliphoridae family, with forensic potential, in a fragment of Atlantic Forest in Pernambuco considering a gradient of human impact and using ecological parameters. Biological material was collected during the dry season from November to December 2021, in Mata do Curado, belonging to the Northeastern Military Command, covering 103 hectares, divided into four transects: Edge (0 m), Near edge (135 m), Near center (270 m), Center of the forest (400 m) at increasing distances from the most anthropized area (edge of BR 232) towards the interior of the forest. Collections were also made in an adjacent urban area as a positive control for human impact, using baited suspended traps with fish and pork loin. The material was sorted, sexed, identified, and preserved in 70% alcohol. For analysis, richness and abundance were considered adopting biodiversity indices. Distribution patterns were evaluated concerning independent variables (baits and gradient) for species of the genera *Chrysomya* (Robineau-Desvoidy, 1830) (exotics) and *Hemilucilia* Brauer, 1895 (natives), using NMDS and PERMANOVA. Tests were performed with a significance level of $P < 0.05$ in the R software, Vegan package. A total of 6,230 specimens of the Calliphoridae family were collected, distributed among 16 species and seven genera. *Chrysomya* and *Hemilucilia* were the most abundant genera, representing 84.2% and 14.0% of the total specimens, respectively, with *C. megacephala* being the most common species in all transects. The Edge area presented the highest observed richness, with up to 13 species, while the urban area had only 4 species. There was a predominance of specimens collected on fish substrate (>60%) compared to pork substrate (~35%). The difference in baits proved to be significantly different for all evaluated associations ($P < 0.05$). The gradient of human impact showed species diversity, with the Edge exhibiting higher diversity, as indicated by Simpson's indices (0.586) and Shannon ($H' = 1.303$). Exotic species predominated (85.7%), mainly on fish substrate. Native species were concentrated in more preserved areas, as indicated by Bray-Curtis dissimilarity. Exotic species are more linked to forensic applications, while data on native species are limited. The specific characteristics of each species (native and exotic) influence the results of this study. From our results, we conclude that different fields and variable tests highlight the importance of understanding these differences

and the specific implications of each variable for areas such as forensic entomology and ecology. The need for future analyses to encompass other objectives regarding resource use, reproductive capacity, competition, and bait preference is emphasized.

Keywords: Anthropization, Biodiversity analysis, *Chrysomya*, *Hemilucilia*, Sarcosaprophagous flies.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** Representantes do gênero *Chrysomya*: *C. megacephala*, A – Cabeça, B – Lateral, C – Dorso; *C. albiceps*, D – Cabeça, E – Lateral, F – Dorso; *C. putoria*, G – Cabeça, H – Lateral, I – Dorso. 20
- Figura 2** Representantes do gênero *Hemilucilia*: *H. segmentaria*, A – Cabeça, B – Lateral, C – Dorso; *H. semidiaphana*, D – Cabeça, E – Lateral, F – Dorso; *H. souzalopesi*, G – Cabeça, H – Lateral, I – Dorso. 22
- Figura 3** Representação das divisões dos transectos na área de Mata Atlântica 25
- Figura 4** Gráfico sobre a abundância de espécies nativas e exóticas no gradiente de antropização coletadas nos substratos de peixe e porco. 31
- Figura 5** Gráfico de Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS), de acordo com a distribuição de espécies nativas e exóticas no gradiente de antropização. 33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Características e dados abióticos dos transectos em fragmento de mata e área urbana.	26
Tabela 2	Abundância e Frequência Relativa de espécies de Calliphoridae em diferentes substratos e no gradiente de urbanização do fragmento de mata atlântica.	29
Tabela 3	Índices de diversidade, e equitabilidade de califorídeos em diferentes áreas de coleta	30
Tabela 4	Análise de Variância Permutacional Multivariada (PERMANOVA) para diferenças entre a abundância de espécies nativas e exóticas de acordo com os substratos.	32
Tabela 5	Análise de Variância Permutacional Multivariada (PERMANOVA) para comparações entre variáveis independentes e dependentes para as diferentes áreas testadas.	34
Tabela 6	Aplicações e importância dos insetos pertencentes aos gêneros <i>Chrysomya</i> e <i>Hemilucilia</i> dentro da entomologia forense.	35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	Características Gerais dos Insetos Necrófagas com Ênfase em Moscas	13
2.2	Aplicações na Entomologia Forense (EF)	15
2.3	Ciclo Biológico e Comportamento de califorídeos	15
2.4	Influência antrópica na Mata Atlântica	16
2.5	Nativas <i>versus</i> exóticas	17
2.6	Gênero <i>Chrysomya</i> (Robineau-Desvoidy, 1830)	18
2.7	Gênero <i>Hemilucilia</i> Brauer, 1895	21
3	OBJETIVO	24
3.1	Objetivo Geral	24
3.2	Objetivos específicos	24
4	MATERIAIS E MÉTODOS	25
4.1	Área de estudo	25
4.2	Coleta e Identificação dos exemplares	26
4.3	Análise dos dados	27
5	RESULTADOS	28
5.1	Resultados gerais	30
5.2	Diferenças nas iscas para espécies nativas e exóticas	31
5.3	Diferenças na presença espacial para espécies nativas e exóticas	32
6	DISCUSSÃO	36
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
8	REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

Moscas desempenham papéis significativos em diversas áreas da entomologia. Reconhecidas como potenciais vetores de patógenos para seres humanos e animais, polinizadores, causadoras de miíase e, especialmente, cruciais para a entomologia forense (EF) em várias aplicações (NASCIMENTO *et al.*, 2015; AKBARZADEH *et al.*, 2018; HENRIQUE *et al.*, 2020). De acordo com Moophayak *et al.* (2024), esses insetos são sensíveis às alterações ambientais, destacando-se também como bioindicadores. Compreender a ecologia desses insetos é fundamental para o biomonitoramento, manejo e conservação de habitats (MENDES *et al.*, 2021).

Métodos estatísticos se tornaram ferramentas essenciais para diferentes aplicações na entomologia, sendo amplamente utilizada para a previsão de eventos e o entendimento de padrões ecológicos complexos. Métodos como a análise de componentes principais (do inglês, Principal Component Analysis - PCA) e a Escala Multidimensional Não Métrica (do inglês, Non-Metric Dimensional Scaling - NMDS) são empregados para caracterizar as diferenças nas assembleias de insetos (LIEBHOLD *et al.*, 2016). Essas técnicas numéricas dependem da definição de uma matriz de semelhanças ou diferenças entre os objetos estudados. O parâmetro 'estresse' é calculado para avaliar o quanto as distâncias entre os objetos no espaço NMDS correspondem às diferenças calculadas entre eles, podendo ser aplicada para a ecologia em diversas abordagens (PALIY; SHANKAR, 2016).

No contexto da EF, os homicídios ocorrem com maior frequência em áreas urbanas densamente povoadas, sendo frequentemente colonizada por espécies de moscas exóticas, mais adaptadas às condições urbanas, contudo, a colonização de cadáveres pode ser alterada para espécies de moscas nativas em áreas de matas. As taxas de homicídios também estão relacionadas a fatores socioeconômicos, especialmente em regiões com índices de desenvolvimento humano mais baixos, como o Norte e o Nordeste (GUIMARÃES *et al.*, 2022). A compreensão da ecologia dos insetos colonizadores de cadáveres é crucial, uma vez que fornecem evidências entomológicas utilizadas como ferramentas em investigações criminais, como a estimativa de intervalo pós-morte (IPMmin) especialmente em casos de crimes violentos (MARTINS *et al.*, 2013).

Com o rápido crescimento das cidades, é necessário compreender como a diversidade biológica responde a esse estresse, principalmente em uma escala muito pequena, que são os fragmentos de mata em ambientes urbanos. Os artrópodes indicadores, apesar de frequentemente negligenciados no contexto da homogeneização biótica, são úteis para entender as mudanças

resultantes da intensa atividade humana, principalmente por serem mais sensíveis a essas mudanças. Através da análise da composição das comunidades, da caracterização das semelhanças entre áreas florestais e urbanas, e do levantamento de espécies exóticas e nativas, torna-se possível compreender os impactos causados na biodiversidade em diversas nuances (KNOP, 2015).

A entomofauna associada a carcaças e cadáveres é diversa e são conhecidas por utilizarem esse recurso como fonte de alimento para o desenvolvimento de seus estágios imaturos, desempenhando um papel crucial na reciclagem de matéria orgânica (HORENSTEIN; SALVO, 2012; CASTELLI; GLEISER; BATTÁN-HORENSTEIN, 2020). Os perfis químicos e nutricionais dos substratos demandam que as moscas sejam capazes de avaliar os recursos e tomar decisões apropriadas durante o forrageamento (LEONHARDT; LIHOREAU; SPAETHE, 2020). Ademais a relação de nicho entre diferentes espécies de moscas necrófagas opera de maneira complexa, podendo haver sobreposição de nichos idênticos ou a adoção de estratégias distintas para evitar interações competitivas entre califorídeos, fator importante levando em consideração a dinâmica de espécies nativas e exóticas no ambiente fragmentado (DENNO; COTHRAN, 1975).

Mesmo em ambientes competitivos e em constante mudança, os insetos desenvolveram estratégias para localizar recursos nutricionais, sendo ainda capazes de ajustar a exploração do recurso de acordo com o ambiente, como por exemplo, diferenças no fragmento de mata como os efeitos de borda e interior (LEONHARDT; LIHOREAU; SPAETHE, 2020). Dentro desse contexto, vale salientar que a escolha dos tipos de iscas utilizados em um experimento pode exercer um efeito significativo sobre a riqueza e o número de espécimes de uma espécie (VILTE; GLEISER; HORENSTEIN, 2020).

A Mata Atlântica no Brasil é reconhecida como um ponto crítico de biodiversidade, entretanto, seus inúmeros ecossistemas e espécies enfrentam crescentes ameaças devido à perda de habitat e à fragmentação extrema (SIQUEIRA *et al.*, 2021). Os processos ecológicos aos quais insetos necrófagos estão relacionados são diretamente afetados por mudanças em suas comunidades. Segundo Tschardt *et al.* (2002) muitas paisagens dominadas pelo homem disponibilizam apenas reservas florestais de pequeno ou médio porte, destacando, assim, a importância de compreender a sobrevivência, a estrutura comunitária e as funções ecológicas.

Os insetos estabelecem uma relação próxima com as paisagens, no caso dos califorídeos, *Chrysomya* apresentam tolerância ao efeito antrópico, enquanto *Hemilucilia* dependem diretamente das florestas primárias para a manutenção de suas populações (MENDES *et al.*, 2021). Assim, o presente estudo busca (I) compreender de que maneira a ação humana influencia

a distribuição de espécies nativas e exóticas em um contexto de fragmentação e (II) abre novas possibilidades para investigar o funcionamento das relações biológicas de espécies de importância forense em um fragmento afetado pelas atividades antrópicas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Características Gerais dos Insetos Necrófagos com Ênfase em Moscas

Insetos necrófagos são aqueles que utilizam cadáveres ou carcaças em decomposição em pelo menos uma fase de seu desenvolvimento (SMITH, 1986). A fase adulta desses insetos utilizam o recurso como substrato para a deposição de ovos e obtenção de proteínas para maturação dos seus ovários (THOMPSON *et al.*, 2013) e as larvas desempenham um papel essencial na decomposição, acelerando o processo por meio de sua alimentação e das atividades larvais subsequentes (KEH, 1985). Tomberlin e colaboradores (2017) acrescenta que esses insetos podem não estar associados sempre a tecidos animais em decomposição, espécies podem ser atraídas por outros recursos como fezes, sangue e urina.

Os organismos decompositores são essenciais para o ecossistema, pois são competentes em transformar a matéria orgânica morta. Desempenham um papel importantíssimo na ciclagem de nutrientes, no fluxo de energia e na limitação do acúmulo de biomassa (BENBOW *et al.*, 2018). Ainda hoje, os artrópodes são os principais animais necrófagos encontrados em um cadáver, representando a primeira onda de colonização desse ambiente. Seus órgãos sensoriais especializados permitem a rápida localização do substrato e, em seguida, sua colonização (CAMPOBASSO; DI VELLA; INTRONA, 2001).

Após a morte de um organismo, inicia-se um processo de decomposição dos tecidos, com a liberação de uma pluma odorífera característica. Os compostos orgânicos voláteis presentes nessa nuvem de odores desempenham um papel fundamental na atração das moscas necrófagas. Essa pluma odorífera de compostos químicos funciona como um sinal, indicando a presença de uma fonte de alimento adequada (THOMPSON *et al.*, 2013).

A partir da detecção por sensilas presentes nas antenas, esses insetos são pioneiros ao estabelecerem a colonização desses recursos (ELGAR *et al.*, 2018). É notável a diversidade de entomofauna nessa associação e isso se torna objeto de estudo da entomologia forense. No entanto, é importante destacar que essa fauna não é exclusivamente composta por insetos necrófagos, que se alimentam dos tecidos em putrefação. Incluem-se também insetos onívoros, como formigas, besouros e vespas, que possuem uma dieta variada, aproveitando tanto o cadáver quanto a fauna associada (BARTON; EVANS, 2017; BENBOW *et al.*, 2018). A presença dessa diversidade contribui para a complexidade do ecossistema que se estabelece ao redor de um cadáver em decomposição (CATTS; GOFF, 1992).

Segundo Aragonés e Tapia-paniagua (2022) o termo "necrobioma" é utilizado para descrever o conjunto das diferentes espécies de uma comunidade, incluindo bactérias, fungos, invertebrados e outros organismos, que estão associadas aos restos em decomposição de matéria orgânica heterotrófica. Dentre os principais insetos necrófagos, a ordem Diptera, se destaca, ela é subdividida em duas subordens principais: Nematocera e Brachycera. A subordem Nematocera inclui grupos como mosquitos e flebotomíneos. Por outro lado, a subordem Brachycera abrange as famílias de dípteros superiores, também conhecidos como muscóides ou "moscas verdadeiras" (NORRIS, 1965; KUTTY *et al.*, 2014; HENRIQUE, 2020). Diptera é uma das ordens mais diversas, representando aproximadamente 10% de todas as espécies descritas de animais do mundo e as moscas possuem distribuição cosmopolita, ou seja, estão presentes em quase todos os continentes, correspondendo a 154 mil espécies, dentro de aproximadamente 150 famílias (LAMBKIN *et al.*, 2012).

As principais famílias de moscas necrófagas são Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Phoridae, Piophilidae e Fanniidae (VASCONCELOS *et al.*, 2013), sendo a família Calliphoridae a de maior interesse dentro da entomologia forense, é facilmente reconhecida por sua coloração metálica, que pode se apresentar em tons de verde, azul, cobre e violeta. (SANFORD; WHITWORTH; PHATAK, 2014; CARVALHO; RIBEIRO, 2000).

Ao terem contato direto com substratos pútridos, as moscas podem veicular microrganismos patogênicos, transportando microrganismos causadores de doenças de um local para outro (MARCHIORI, 2021). Essas estão associadas a vertebrados e são os primeiros colonizadores de cadáveres, tornando-se importantes ferramentas na área forense para estimar o intervalo post-mortem mínimo (IPMmin) e a composição local e abundância desses dípteros também permite identificar eventos de deslocamento de corpos (LÓPEZ-CEPEDA; FAGUA, 2014; CHARABIDZE; GOSSELIN; HEDOUIN, 2017).

Ademais, algumas moscas são capazes de causar infestações em órgãos e tecidos de humanos e animais, condição de saúde chamada de miíase (NASCIMENTO *et al.*, 2015). Essas larvas se alimentam de tecidos vivos ou mortos e entram através de feridas ou cavidades corporais. Essa doença é mais prevalente em áreas tropicais e rurais, embora possa afetar pessoas de todas as idades, incluindo aqueles saudáveis, no entanto, a miíase é mais comum em idosos, especialmente aqueles que apresentam transtornos mentais, falta de higiene, moradores de rua, estão entubados com respiradores bucais ou que possuem diabetes (HENRIQUE *et al.*, 2020).

2.2 Aplicações na Entomologia Forense (EF)

A primeira vez que o comportamento de insetos necrófagos foi utilizado no contexto forense foi no século XIII, na China. No caso relatado, uma foice foi utilizada como arma e, ao ser colocada no chão, observou-se a visita de moscas varejeiras devido aos vestígios sanguíneos. Isso levou o proprietário da foice a confessar o assassinato (MCKNIGHT, 1983). No entanto, a EF só foi aplicada efetivamente em 1850, em um tribunal na França, em um caso de infanticídio, no qual as evidências de insetos desempenharam um papel importante como prova de que os moradores de um prédio não poderiam ser os assassinos (BERGERET, 1855).

De acordo com Santana e Boas (2012), a EF tem um amplo espectro de aplicações no campo jurídico, abrangendo desde investigações relacionadas a tráfico de entorpecentes, maus-tratos, danos a propriedades, contaminação de materiais e produtos armazenados, mortes violentas, indicadores de crimes ambientais e uma variedade de outros casos judiciais.

A EF usa o conhecimento sobre os insetos e alguns artrópodes para auxiliar investigações policiais e processos judiciais, baseando-se na interpretação de dados entomológicos coletados na cena do crime para auxiliar na solução dos casos em questão (BRUNDAGE; BYRD; SUTTON, 2017).

Os profissionais que trabalham na área de EF devem possuir conhecimentos sobre biologia, ecologia e taxonomia de insetos. No Brasil, há um número significativo de especialistas capacitados para realizar pesquisas nessa área, mas os estudos exigem um alto custo e um tempo considerável para obtenção de resultados (SANTOS, 2018). Conforme a pesquisa de Guimarães *et al.* (2022), cerca de 62,8% dos profissionais forenses lidam com cadáveres semanalmente. Notavelmente, 89,0% desses profissionais encontram menos de 10,0% colonizados por larvas de insetos, e apenas 36,6% mencionaram o uso de evidências entomológicas para estimar IPMmin. Embora a EF tenha ganhado espaço no país.

2.3 Ciclo Biológico e Comportamento de califorídeos

Restos de animais são recursos efêmeros que fornecem nutrientes para uma variedade de organismos. Após a morte, os corpos de vertebrados são imediatamente colonizados por microrganismos, incluindo bactérias anaeróbicas facultativas ou obrigatórias (CRIPPEN; BENBOW; PECHAL, 2015). Esses microrganismos produzem odores ao decompor tecidos, e em questão de minutos, moscas necrófagas são atraídas por esses sinais químicos, resultando na postura de ovos e larviposição (THOMPSON *et al.*, 2013).

O ciclo de vida da mosca Calliphoridae possui as fases de ovo, larva (três estágios larvais), pupa e adultos. Ao depositar ovos em um substrato adequado, as larvas eclodem e se

alimentam vigorosamente desse recurso, ganhando peso e tamanho. No final do terceiro estágio larval, elas geralmente deixam o recurso e buscam um local para empupar, marcando o início da fase pós-alimentar ou estágio de pré-pupa (ALGALIL *et al.*, 2017).

O desenvolvimento larval é fortemente influenciado pelas densidades populacionais (sejam elas inter ou intraespecíficas) e por comportamentos como predação, canibalismo, defesa e dispersão. Durante o estágio imaturo, a competição por recursos alimentares limitados se manifesta em parâmetros como sobrevivência, fecundidade, peso e tamanho dos adultos resultantes, exercendo efeitos diretos sobre a dinâmica populacional (VON ZUBEN; VON ZUBEN; GODOY, 2001).

Segundo Godoy *et al.* (2001), a densidade populacional de imaturos no substrato alimentar se destaca como um fator primordial nas investigações sobre a dinâmica populacional. Essa variável exerce uma influência direta tanto na sobrevivência quanto na fecundidade, desempenhando um papel significativo na variação desses parâmetros populacionais. O período larval é o momento em que ocorre a exploração do recurso efêmero. Nessa fase, os imaturos buscam se alimentar ao máximo, e a densidade de larvas pode prolongar o período larval, reduzir o peso de pupas, o peso das fêmeas e o investimento reprodutivo (ZIMMER *et al.*, 2022). Assim, a deposição dos imaturos pelas fêmeas adultas influencia os níveis de competição, as taxas de predação intraguildd e a viabilidade dos espécimes (VON ZUBEN; STANGENHAUS; GODOY 2000).

2.4 Influência antrópica na Mata Atlântica

A Mata Atlântica é composta por várias formações florestais, como a Floresta Ombrófila Densa, a Floresta Ombrófila Mista, a Floresta Estacional Semidecidual, a Floresta Estacional Decidual e a Floresta Ombrófila Aberta. Além disso, inclui ecossistemas associados, como restingas, manguezais e campos de altitude. Essas formações florestais estendiam-se por 17 estados do Brasil. Infelizmente, ao longo dos séculos, devido à exploração desenfreada, restam apenas cerca de 22% da cobertura original de vegetação nativa, que atualmente se encontra em diferentes estágios de regeneração. Apenas cerca de 7% desses remanescentes estão bem conservados, abrangendo áreas com mais de 100 hectares (Ministério do Meio Ambiente, 2023).

As ações humanas exercem influência sobre a biodiversidade, a fragmentação dos ecossistemas naturais resulta em impactos visíveis na paisagem e pode desencadear desequilíbrios nos ecossistemas, potencialmente conduzindo à extinção de espécies endêmicas

(BOTTEON, 2016). Com notável capacidade de voo, o que as habilita a encontrar fontes de matéria orgânica dispersas e, por vezes, escassas (VILTE; GLEISER; HORENSTEIN, 2020), além do domínio geográfico e de recursos. Embora os dípteros necrófagos possuam tamanhos pequenos e uma biomassa cumulativa modesta, eles influenciam a qualidade e a quantidade de recursos que ingressam na cadeia alimentar dendrítica, com consequências que repercutem em nível ecossistêmico (YANG; GRATTON, 2014). Conforme Jürgens e Shuttleworth (2015), a ecologia e a evolução das preferências alimentares em insetos que se alimentam de detritos estão intrinsecamente relacionadas ao desenvolvimento de seus sistemas sensoriais olfativos e às respostas inatas adaptativas a fontes de alimento e locais de oviposição.

Frequentemente, os seres humanos criam condições ideais para a proliferação de insetos em ambientes modificados, com efeitos negativos, possuindo importância dentro da medicina humana e veterinária (GADELHA *et al.*, 2015). Segundo Dufek *et al.* (2020), a antropização é o principal fator que impulsiona a perda da diversidade nas comunidades de moscas. A diminuição da cobertura do dossel e as alterações nos microclimas podem afetar a temperatura, umidade e outros fatores ambientais que influenciam a presença e atividade das moscas necrófagas.

Na Mata Atlântica, o efeito de borda, conforme observado por Gadelha *et al.* (2015), influenciou a diversidade, riqueza e abundância das espécies de Calliphoridae, respondendo à presença humana ao longo dos gradientes florestais, de acordo com as características de cada espécie. Nas áreas menos impactadas pela ação antrópica, prevaleceram espécies florestais nativas. Na área de borda, a espécie dominante foi a *C. megacephala*. Essas mudanças podem levar a desequilíbrios ecológicos, reduzindo a abundância e diversidade de espécies (DUFEK *et al.*, 2020).

2.5 Nativas *versus* exóticas

Segundo a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), uma espécie nativa é aquela que ocorre dentro de sua área de distribuição natural (IUCN, 2014). As espécies não nativas, podem ser classificadas como exóticas ou invasoras. As espécies exóticas, podem ser ecologicamente descritas como distintas em relação a um ecossistema, ou seja, elas não se adaptaram de forma significativa à biota que compõe esse ecossistema ou às condições ambientais locais (HETTINGER, 2001).

Quando insetos são deslocados para fora de seu habitat natural, podem obter vantagens, pois conseguem evitar seus predadores, parasitas e doenças que normalmente regulam suas populações (VENETTE; HUTCHISON, 2021). Quando o gênero *Chrysomya* chegou ao Brasil,

começou a coexistir com espécies nativas e outras previamente introduzidas (SILVA *et al.*, 2012), afetando assim o padrão de dispersão e intensificando a competição (ANDRADE *et al.*, 2002). As espécies não nativas exercem múltiplas influências sobre a biota nativa, porém, os possíveis efeitos das espécies exóticas permanecem pouco esclarecidos. Entre os impactos que ainda não estão totalmente compreendidos, encontram-se as alterações que ocorrem quando espécies exóticas substituem o nicho de espécies nativas (SAX *et al.*, 2005). No entanto, no novo ambiente, eles precisam lidar com novos desafios e adversidades. Além disso, ao encontrar uma biota que não têm relação coevolutiva ou antagônica, as espécies exóticas têm a oportunidade de se estabelecer e se espalhar nas áreas invadidas, pois não enfrentam seus inimigos naturais (VENETTE; HUTCHISON, 2021).

A introdução de moscas exóticas impacta o comportamento das moscas nativas, as fêmeas grávidas podem preferir substratos não colonizados (SPINDOLA *et al.*, 2017). Segundo Barbosa *et al.* (2016), nas espécies exóticas, o número de posturas pode ser 29% maior, e a produção de massa de ovos é quase o dobro em comparação com as moscas nativas. Conforme Carmo *et al.* (2018), a competição pelo substrato afeta negativamente o peso e o comprimento das larvas nativas, devido à absorção inadequada de nutrientes resultante de uma alimentação acelerada na presença de espécies invasoras. Além disso, uma baixa concorrência intra-específica está associada a uma maior taxa de sobrevivência das larvas nativas, que, por vezes, podem abandonar prematuramente o recurso, levando a metamorfoses antecipadas e alterações no desenvolvimento das asas. De acordo com Carmo, Astúa e Vasconcelos (2022), espécies exóticas demonstram características adaptativas, reagindo de maneira distinta às variações quando comparadas às espécies nativas, que apresentam respostas mais acentuadas a variáveis ambientais.

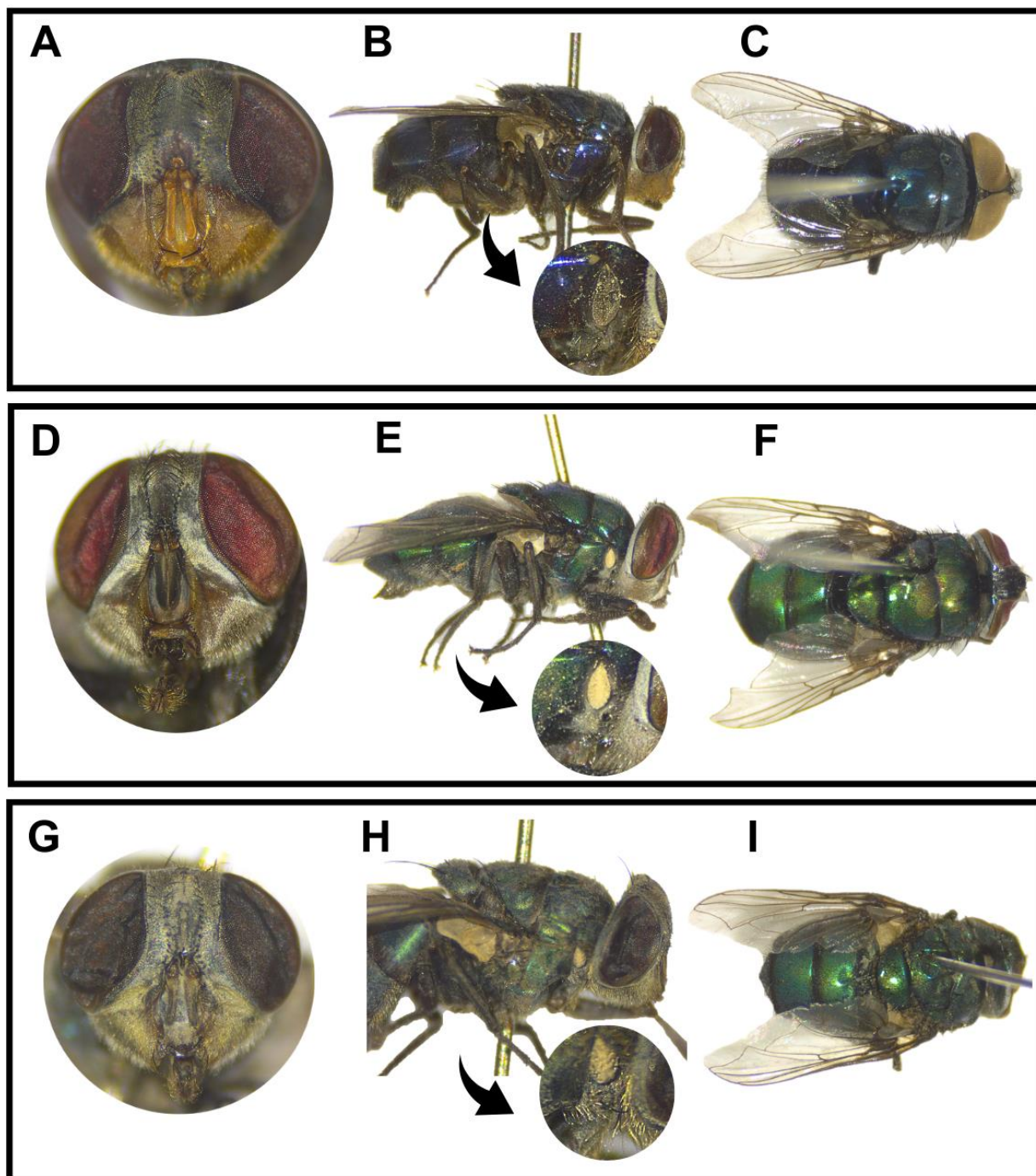
2.6 Gênero *Chrysomya* (Robineau-Desvoidy, 1830)

Devido aos seus hábitos de reprodução em cadáveres e carcaças, a maioria das espécies do gênero *Chrysomya* tem sido considerada de grande importância em investigações forenses (SZPILA; WALLMAN, 2016). De acordo com Guimarães; Prado; Linhares, (1978) década de 1970, três espécies de moscas do gênero *Chrysomya*, originárias do continente africano, foram identificadas como espécies exóticas no Sul do Brasil, advindas principalmente por meio de embarcações vindas de Angola (GUIMARÃES; PRADO; LINHARES, 1978). As três espécies introduzidas, *C. albiceps* (Wiedemann, 1819), *C. megacephala* (Fabricius, 1794) e *C. putoria* (Wiedemann, 1818) (Figura 1), tiveram uma rápida colonização na América do Sul, expandindo-

se e passando a ser dominante em ambientes urbanos e até mesmo em fragmentos florestais em todo o continente americano (BAUMGARTNER; GREENBERG, 1984), e afetaram espécies nativas, incluindo *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775) e *Lucilia eximia* (Wiedemann, 1819), tanto em configurações de laboratório como em situações em campo (WELLS e GREENBERG, 1994).

C. megacephala (Fabricius, 1794) tem sua origem na Australásia (GUIMARÃES; PRADO; LINHARES, 1978). O representante adulto possui um tórax de cor azul-esverdeada ou roxa, com espiráculos torácicos anteriores e calíptra inferior de tonalidade castanho-escuro (Figura 1B). Além disso, suas antenas e genas são avermelhadas (Figura 1A), o que o diferencia das outras duas espécies, que têm espiráculos anteriores e calíptra inferior brancos (Figuras 1E e 1H), antenas e genas pretas (Figuras 1D e 1G). *C. albiceps* e *C. putoria* diferem pela presença ou ausência de cerdas estigmáticas (Figura 1E e 1H) e também pelo número de cerdas propleurais, *C. albiceps* apresenta entre quatro e seis cerdas e *C. putoria* entre uma e duas cerdas. (CARVALHO; RIBEIRO, 2000). *C. albiceps* é uma espécie que apresenta fortes atributos interativos, competindo e predando, o que afeta a composição dos insetos que habitam os cadáveres de vertebrados (GRASSBERGER; FRIEDRICH; REITER, 2003).

Figura 1: Representantes do gênero *Chrysomya*: Fêmea de *C. megacephala*, A – Cabeça, B – Lateral, C – Dorso; Fêmea de *C. albiceps*, D – Cabeça, E – Lateral, F – Dorso; Fêmea de *C. putoria*, G – Cabeça, H – Lateral, I – Dorso.



Fonte: Autora, 2024

Spindola *et al.* (2017) observaram que espécies exóticas competem com as moscas nativas devido ao seu tempo de colonização do substrato, que é bastante semelhante, resultando na disputa por recursos limitados entre as espécies e afetando seu sucesso reprodutivo e sua

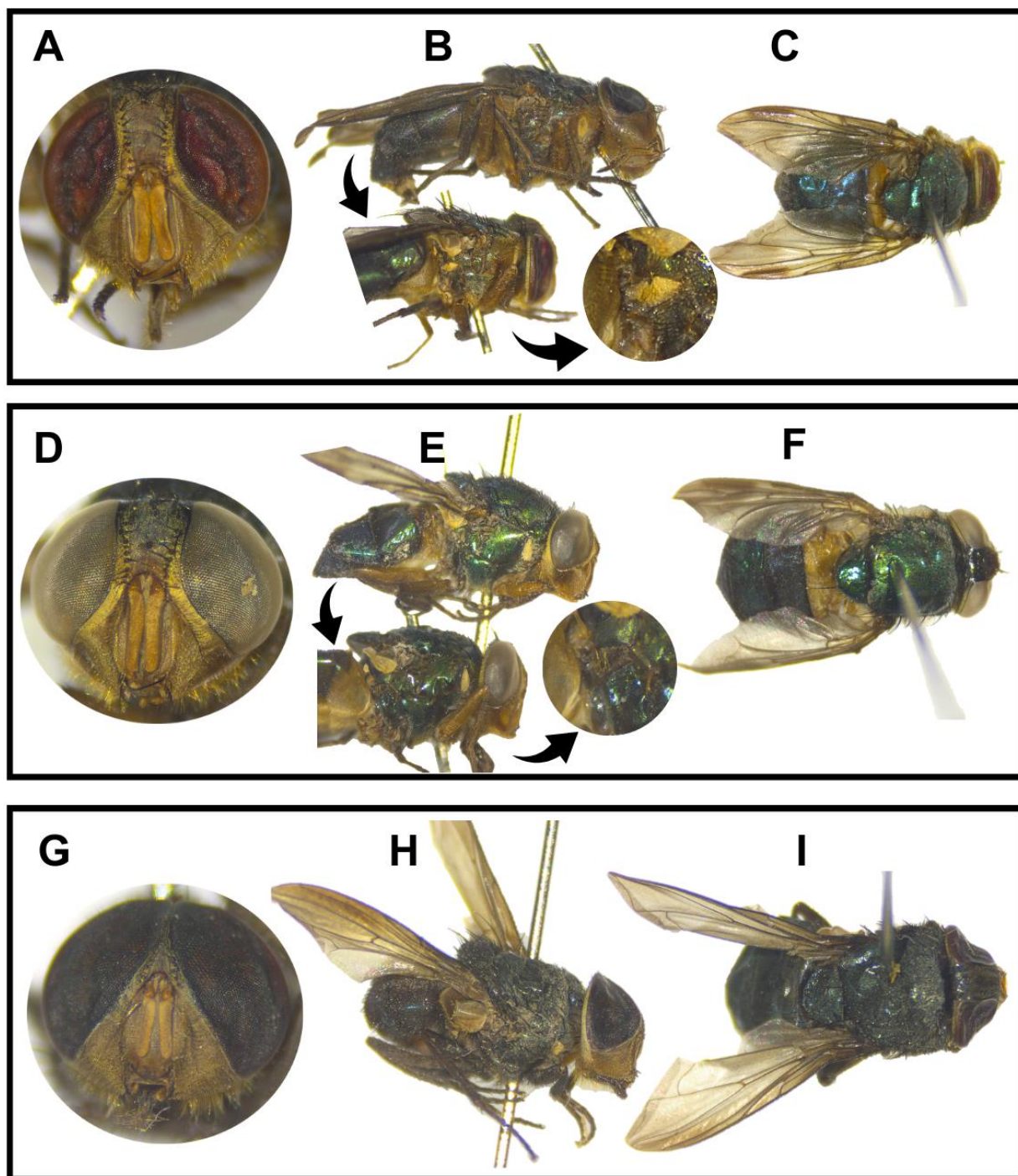
sobrevivência. O êxito de uma espécie frente a competidores também é influenciado pelas estratégias reprodutivas e comportamentais (BARBOSA *et al.* 2021). A maior plasticidade ambiental e a capacidade de estabelecer-se rapidamente em um novo ambiente, ocupando o mesmo nicho ecológico, encontrada nas espécies exóticas, pode ter um efeito negativo sobre a fauna nativa de califorídeos, semelhante ao relatado na Caatinga (VASCONCELOS; SALGADO, 2014).

2.7 Gênero *Hemilucilia* Brauer, 1895

Hemilucilia é um gênero de moscas encontrado nas regiões neotropicais (MARILUIS, 1980), e esses dípteros apresentam a notável característica de asas manchadas e basicota amarelada (Figura 2). A diferenciação morfológica entre *H. segmentaria* (Fabricius, 1805) e *H. semidiaphana* (Rondani, 1850) ocorre principalmente na cor dos espiráculos posteriores, sendo amarelo creme e castanho escuro, respectivamente (CARVALHO; RIBEIRO, 2000) (Figura 2B e 2E). Ambas as espécies são bastante semelhantes morfológica e biologicamente (THYSSEN *et al.*, 2005), *H. souzalopesi* Mello, 1972 (Figura 2G) se distingue por sutis diferenças no tamanho e na forma das cerdas frontais e orbitais, os machos apresentam cerda frontal reclinada e fêmeas apresentam grande cerda orbital, com ponta além da lúnula (CARVALHO; RIBEIRO, 2000).

Existem diferenças entre *H. segmentaria* e *H. semidiaphana* em relação às taxas de crescimento e maturação. Essas duas espécies são encontradas abundantemente em ambientes florestais, enquanto são menos comuns ou ausentes em áreas urbanas. Ambas as espécies são exclusivamente necrófagas, esse comportamento tem uma grande relevância no campo médico-legal, especialmente na estimativa do IPMmin em eventos criminais que ocorrem em áreas onde essas espécies estão presentes (THYSSEN *et al.*, 2005). A primeira vez que *H. segmentaria* foi empregada para estimar o IPMmin em uma investigação forense foi em Minas Gerais por Kosmann *et al.* (2011). Além disso, *H. semidiaphana* foi encontrada em cenas de crime nas cidades de Curitiba e São Paulo, em arredores de florestas (VAIRO, 2015; THYSSEN *et al.*, 2018)

Figura 2: Representantes do gênero *Hemilucilia*: Fêmea de *H. segmentaria*, A – Cabeça, B – Lateral, C – Dorso; Fêmea de *H. semidiaphana*, D – Cabeça, E – Lateral, F – Dorso; Macho de *H. souzalopesi*, G – Cabeça, H – Lateral, I – Dorso.



Fonte: Autora, 2024

As Hemilucilias revelam seu potencial forense ao serem encontradas colonizando cadáveres, e foram empregadas em processos criminais, principalmente em locais próximos a áreas florestais, tornando-as indicadoras valiosas de cenas de crime. No entanto, persiste uma

lacuna de informações bionômicas, especialmente relacionadas aos estágios imaturos, para as espécies desse gênero (SILVA; MOURA, 2019).

Conforme Crooks (2005), devemos partir do pressuposto de que qualquer espécie exótica tem o potencial de gerar efeitos indesejáveis em seu novo ambiente desde o início. Não é aconselhável confiar em longos períodos de estabilidade do comportamento das espécies exóticas para prever seu comportamento futuro.

Neste estudo, busca-se compreender como a presença de *Chrysomya* pode desempenhar um papel negativo na dinâmica ecológica das Hemilucilias devido à sobreposição de nicho, introduzindo aspectos de competição e interação que têm o potencial de impactar significativamente o equilíbrio dos ecossistemas. A compreensão dessas relações, juntamente com a análise de como a atividade humana impacta a paisagem, torna-se essencial para obter uma compreensão clara de evidências entomológicas. Isso proporciona insights valiosos sobre como a presença e as interações entre essas espécies, incluindo a influência humana, podem afetar a biodiversidade e a estabilidade dos ecossistemas.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar a distribuição de espécies nativas e exóticas de potencial forense da família Calliphoridae (Diptera), levando em conta um gradiente de antropização localizado em um fragmento de Mata Atlântica no estado de Pernambuco.

3.2 Objetivos específicos

- Caracterizar a distribuição espacial e uso de recursos de espécies da família Calliphoridae no fragmento de Mata Atlântica de Pernambuco;
- Analisar a coocorrência de moscas de acordo com o recurso alimentar atrativo com foco nas espécies dos gêneros *Chrysomya* e *Hemilucilia* em fragmento de Mata Atlântica de Pernambuco;
- Avaliar o efeito de borda e urbano na distribuição de espécies dos gêneros *Chrysomya* e *Hemilucilia* em um fragmento de Mata Atlântica de Pernambuco;
- Inferir sobre o uso de espaço e recursos dentro de um fragmento de Mata Atlântica utilizando espécies dos gêneros *Chrysomya* e *Hemilucilia*;
- Investigar a ameaça de espécies exóticas do gênero *Chrysomya* sobre as espécies nativas do gênero *Hemilucilia* em um fragmento de Mata Atlântica de Pernambuco;

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

O material biológico analisado neste estudo é advindo de coletas anteriores realizadas por Steindorff, (2022). O experimento foi desenvolvido no Refúgio de Vida Silvestre Mata do Curado (08°04'03''S; 34°55'00''W), pertencente ao Comando Militar do Nordeste, selecionado por ser o maior fragmento de Mata Atlântica de Recife, com total de 103 hectares. Pesquisas anteriores realizadas no local registraram a ocorrência das espécies-alvo deste estudo (Soares; Vasconcelos, 2016). A Mata do Curado é categorizada como Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, caracterizada por um clima tropical chuvoso e solo do tipo latossolo vermelho-amarelo distrófico. Esta área apresenta uma complexa estratificação, composta por um dossel homogêneo que atinge cerca de 20 metros de altura, uma camada arbórea inferior, um sub-bosque e vegetação herbácea, todos devidamente definidos (STEINDORFF, 2022). A coleta ocorreu mediante a divisão da mata em quatro transectos, BO - Borda (0 m), PB - Perto da borda (135 m), PC - Perto do centro da mata (270 m), Mata - Centro da mata (400 m) em distâncias crescentes, a partir da área de maior antropização (margem da BR 232) em direção ao interior da mata (Figura 3).

Figura 3: Representação das divisões dos transectos na área de Mata Atlântica



Fonte: Autora (2024).

Adicionalmente, foram realizadas coletas em uma Área Urbana, considerada Controle positivo de antropização no campus da UFPE. A localização de cada área foi feita com sistema de geoprocessamento (GPS). As coletas foram realizadas durante o período de novembro a dezembro de 2021. As medições de temperatura e umidade relativa foram conduzidas utilizando um termo-higrômetro. Através da análise das diferentes características e da observação visual, conseguimos identificar e descrever as porções de floresta. Essas informações, em conjunto com os dados abióticos, foram posteriormente empregadas na categorização dos referidos fragmentos e da área urbana (Tabela 1).

Tabela 1: Categorização de acordo com os dados abióticos coletados e observações feitas em fragmento de mata e área urbana usados para a coleta de exemplares Díptera necrófagos

Variáveis	Centro	PC	PB	Borda	Urbano
Temperatura (°C)	27.5	27.7	28.6	29.2	28.1
Umidade relativa (%)	74.3	74.2	74.8	69.6	63.2
Ruído (dB)	34	42	45.5	59	59.5
Luminosidade (Lux)	563.8	613	546.2	683.6	1,511
Deposição de lixo	-	-	-		
Trafego de carros	-	-	-		
Acesso de pessoas					

Fontes: Steindorff (2022); UCB (2023); Pernambuco (2018); CPRH (2023).

4.2 Coleta e Identificação dos exemplares

Os dípteros adultos foram coletados utilizando-se armadilhas suspensas a 1,5 m do solo iscadas com dois tipos de substrato (150 g) com 24 h de decomposição: sardinha e lombo de porco, sendo o porco escolhido por ser reconhecido como animal modelo na EF, enquanto o primeiro é extensamente empregado em estudos forenses (BATISTA-DA-SILVA; MOYA-BORJA; QUEIROZ, 2010; DÍAZ-MARTÍN; SALOÑA-BORDAS, 2015). As armadilhas seguiam um modelo adaptado de Ferreira (1978) e foram dispostas em campo por 48 horas, separadas entre si por uma distância mínima de 20 m, com seis réplicas. O material foi triado, sexado e conservado em álcool 70%. Utilizou-se uma chave de identificação específica para as espécies de Calliphoridae (Carvalho; Mello-Patiu, 2008).

4.3 Análise dos dados

De forma geral, nas diferentes áreas tratadas e nos diferentes substratos utilizados, foi levado em consideração a riqueza de espécies, abundância. Os índices adotados foram Simpson, Shannon e Pielou para verificarem a diversidade e equitabilidade nos locais. O índice de equitabilidade de Pielou foi usado para avaliar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes, variando de 0 a 1, conforme o valor obtido é mais próximo de 1 mais uniforme é a área observada.

Para avaliar os padrões de distribuição de espécies nativas e exóticas, bem como sua riqueza e abundância, realizou-se a verificação da normalidade dos dados por meio do teste de Shapiro, foram escolhidos os dois gêneros mais dominantes e que possuem estudos prévios de importância forense e abundância na guilda trófica.

Os padrões de distribuição foram avaliados para a variável dependente (quantidade de espécimes) em consideração a influência das variáveis independentes (iscas, gradiente de antropização), cujo resultados foram avaliados classificando os dados em espécie do gênero *Chrysomya* e *Hemilucilia*, que são exóticas e nativas, respectivamente. Essa divisão foi importante pois os requisitos ecofisiológicos de cada grupo são diferentes ou até mesmo antagonistas e competidores (Sousa *et al.*, 2021).

Com base na normalidade dos dados, foi decidido a escolha dos métodos de dimensionamento NMDS ou PCA para representar os dados. Ao perceber a não normalidade dos dados, a diferença na composição das espécies nativas e exóticas foi analisada usando NMDS, baseado em uma matriz de dissimilaridade de Bray-Curtis, baseado na abundância, respeitando o quantitativo de espécimes em cada amostragem, com os dados sendo transformados em $\log(x + 1)$ para reduzir o efeito de valores discrepantes.

Para testar a hipótese de que as variáveis independentes influenciam na composição e abundância de espécies, foi aplicada uma análise de variância permutacional não paramétrica (PERMANOVA) para modelos com múltiplos fatores, baseada em um índice de similaridade de Bray-Curtis, com 9.999 permutações.

A composição de espécies foi a variável de resposta em três modelos diferentes, considerando a classificação de nativa e exótica juntas e cada uma separada. Quando resultados obtidos foram significativos, foram aplicados múltiplos testes a posteriori pareados para comparações entre zonas. Para fim de comparação, todos os testes foram conduzidos considerando $P < 0.05$ e todos os testes foram performados no Software R, pacote Vegan.

5 RESULTADOS

5.1 Resultados gerais

Foram identificados 6.230 espécimes pertencentes a família Calliphoridae ao longo do experimento, dezesseis espécies foram identificadas, pertencentes a sete gêneros. Os gêneros com maior abundância foram *Chrysomya* e *Hemilucilia* que representaram 84,2% e 14,0% do total de espécimes, respectivamente. *C. megacephala* foi a mais abundante em todos os transectos (Tabela 2).

Os transectos Centro, PC e PB apresentaram uma diversidade similar, contendo de seis a nove táxons. Por outro lado, a área de Borda foi onde se encontrou a maior riqueza observada, chegando a até treze táxons. Em oposição, a área urbana teve a menor quantidade de táxons, com no máximo quatro espécies exóticas de moscas. Entre todos os gêneros coletados, os menos abundantes foram *Cochliomyia*, *Paralucilia*, *Chloroprocta*, *Calliphora* e *Lucilia* (Tabela 2). No que diz respeito às espécies utilizadas no estudo, as menos abundantes foram *H. souzalopesi*, *C. putoria* e *H. segmentaria*, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2: Espécies de Calliphoridae em diferentes substratos e no gradiente de urbanização do fragmento de mata atlântica. N°: Abundância por espécie; %: Frequência Relativa por espécie. Símbolos referente a quantidade de espécimes: - ausente, • < 10; •• entre 10 a 50; ••• entre 51 a 100; •••• entre 100 e 300; ••••• > 300 espécimes. Abreviações: PC: perto do centro, PB: perto da borda.

Espécies											N	%
	Centro		PC		PB		Borda		Urbano			
												
<i>Calliphora lopesi</i>	-	-	-	-	•	-	•	•	-	-	9	0,14
<i>Calliphora vicina</i>	-	•	•	-	•	•	••	-	-	-	25	0,40
<i>Chloroprocta idioidea</i>	•	•	•	-	•	•	•	•	-	-	20	0,32
<i>Chrysomya albiceps</i>	••	••••	•••	•••	•••	•••	••••	••••	••	••••	961	15,43
<i>Chrysomya megacephala</i>	•••	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••	••	••••	4.079	65,47
<i>Chrysomya putoria</i>	•	•	•	••	••	••	•••	•••	•	••	209	3,35
<i>Cochliomyia hominivorax</i>	-	-	-	-	-	-	-	•	-	-	1	0,02
<i>Cochliomyia macellaria</i>	-	•	-	-	-	-	-	•	-	-	2	0,03
<i>Hemilucilia segmentaria</i>	••	•	••	•	••	•	••••	••	-	-	231	3,71
<i>Hemilucilia semidiaphana</i>	•••	••••	••••	••	•••	••	•••	•••	-	-	641	10,29
<i>Hemilucilia souzalopesi</i>	-	-	-	-	-	•	-	-	-	-	2	0,03
<i>Lucilia cuprina</i>	-	-	-	-	-	-	•	•	-	-	4	0,06
<i>Lucilia eximia</i>	•	-	-	-	-	-	••	•	-	-	30	0,48
<i>Lucilia sericata</i>	-	-	-	-	-	•	•	-	-	•	8	0,13
<i>Lucilia purpurascens</i>	-	-	•	-	-	-	-	-	-	-	1	0,02
<i>Paralucilia fulvinota</i>	-	-	-	•	-	-	•	-	-	-	7	0,11
TOTAL:	205	1.074	588	613	522	678	907	1.198	58	387	6.230	100
%	16,03	83,97	48,96	51,04	43,5	56,5	43,09	56,91	13,03	86,97		

Com base na abundância nos substratos, observa-se um maior número de espécimes no substrato de peixe em todas as áreas, totalizando mais de 60% do número total de espécimes, e percentual de espécimes encontrados nesse substrato com frequência relativa de 51 a 87% entre as áreas, enquanto o substrato de porco contribui com aproximadamente 35% do total da coleta, com frequência relativa variando entre 13 a 48% entre as áreas.

O ambiente urbano apresentou uma baixa representatividade, mesmo para as espécies exóticas que possuem maior tolerância à perturbação antrópica. Além disso, observou-se uma riqueza muito inferior em comparação com as demais regiões. De maneira geral, 99% dos espécimes na área urbana pertencem ao gênero *Chrysomya*.

De acordo com os índices de diversidade e equitabilidade as áreas possuem sutis diferenças. O índice de Simpson revelou que a diversidade das espécies varia entre as áreas, com valores mais baixos indicando menor diversidade como no Centro, onde $D = 0,495$, e em PB ($D = 0,439$) (Tabela 3), havendo também nessa área uma expressiva predominância de *C. megacephala*. Portanto, a área de Borda, com um índice de 0,586 (Tabela 3), apresenta uma diversidade relativamente maior em comparação com as outras áreas listadas. Nas áreas onde esse valor é mais baixo,

Por outro lado, o índice de Shannon, que leva em consideração tanto a riqueza quanto a equitabilidade em seu cálculo, proporcionaram uma visão mais detalhada da complexidade das comunidades. Foram registrados valores mais elevados nos transectos P. Centro e Borda, com $H' = 1,044$ e $H' = 1,303$ (Tabela 3), respectivamente, indicam maior diversidade e distribuição mais uniforme das espécies, nesses locais há maior abundância e riqueza. Ao analisar a equitabilidade, medida resultante do índice de Pielou, percebeu-se que não existe um padrão de equitabilidade entre os transectos, pois são valores muito distantes de 1, para todas as áreas os valores são bem próximos, apenas para área urbana que concentrou o maior valor (Tabela 3).

Tabela 3: Índices de diversidade, e equitabilidade de califórídeos em diferentes áreas de coleta

Áreas	Simpson (D)	Shannon (H')	Pielou (J)
Centro	0,495	0,984	0,448
P. Centro	0,516	1,044	0,475
P. Borda	0,439	0,934	0,406
Borda	0,586	1,303	0,493
Urbana	0,536	0,861	0,606

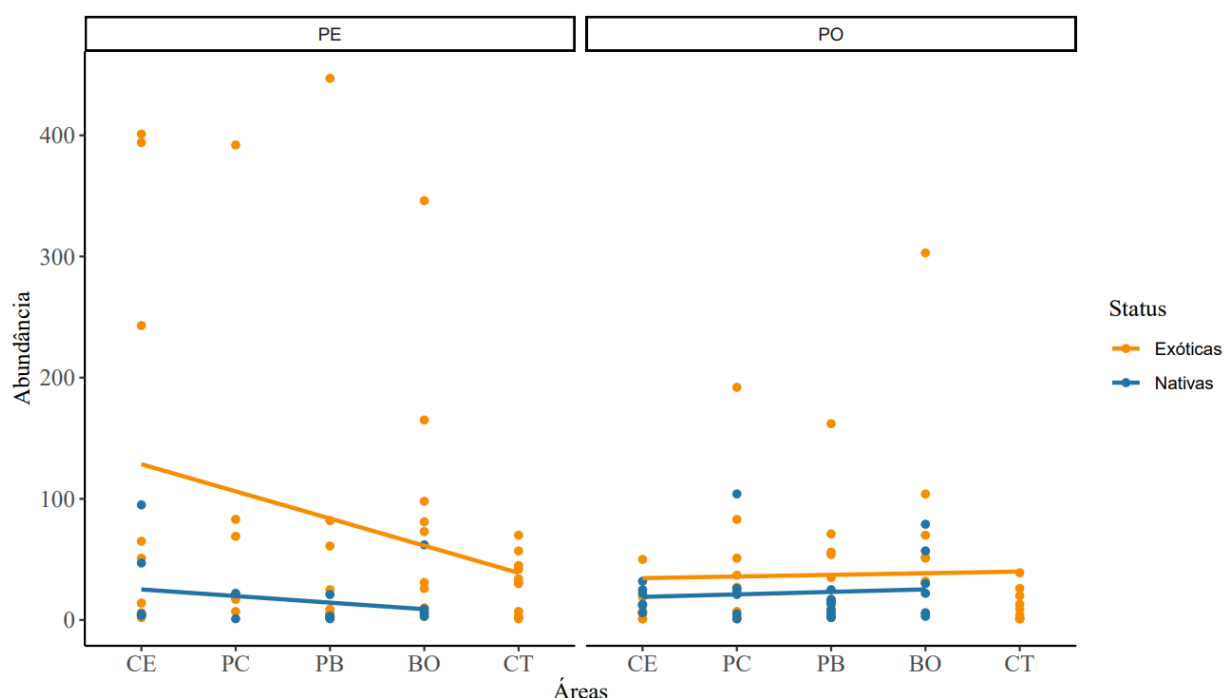
As espécies escolhidas para este estudo foram aquelas pertencentes aos gêneros mais abundante, são elas: *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794); *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819); *Chrysomya putoria* (Wiedemann, 1818); e as espécies nativas *Hemilucilia semidiaphana* (Rondani, 1850); *Hemilucilia segmentaria* (Fabricius, 1805); *Hemilucilia souzalopesi* Mello, 1972. Todas as três espécies de *Chrysomya* foram mais abundantes na borda da mata, enquanto as demais mostraram um diferente padrão de distribuição, *H. semidiaphana* e *H. segmentaria* foram mais abundantes nas áreas próximas ao centro da mata, *H. souzalopesi* apenas foi coletada na borda.

5.2 Diferenças nas iscas para espécies nativas e exóticas

Dentre as espécies coletadas em ambos os substratos, foi observada uma maior abundância de indivíduos de espécies exóticas, correspondendo a 85,7% da amostra. Adicionalmente, a abundância no substrato de peixe foi de 92,5% para espécies exóticas, enquanto no substrato de porco representou 73,8%. A utilização do substrato de peixe revelou uma redução conforme se aproximava de áreas que sofreram alguma influência humana, ao passo que o substrato de porco apresentou um aumento no número de espécimes nas proximidades das áreas de borda (Figura 4).

Vale ressaltar que, em nossas análises, embora a espécie *Hemilucilia souzalopesi* tenha sido incluída, ela apresentou baixa abundância, sendo incluída apenas por pertencer a um gênero nativo abundante no local de estudo. Seus exemplares foram identificados na área próxima à borda, sendo coletados no substrato de peixe.

Figura 4: Abundância de espécies nativas e exóticas no gradiente de antropização coletadas nos substratos de peixe (PE) e porco (PO).



O número de espécimes de moscas nativas parece permanecer relativamente constante ao comparar as diferentes áreas do gradiente, com uma acentuada diminuição no número de exemplares intimamente relacionados à área de borda. A diferença no uso de recursos mostrou ser significativamente diferente para as espécies nativas no decorrer dos transectos ($P=0,047$) (Tabela 4) e para espécies exóticas em relação ao uso de substratos ($P=0,02$) (Tabela 4). Ao

avaliar a abundância de ambos os status de moscas, foi possível verificar também a diferença estatística, mostrando relação no uso de substratos ($P=0,007$) (Tabela 4).

Tabela 4: Teste PERMANOVA para diferenças entre a abundância de espécies nativas e exóticas de acordo com os substratos. *indicação de $P<0,05$.

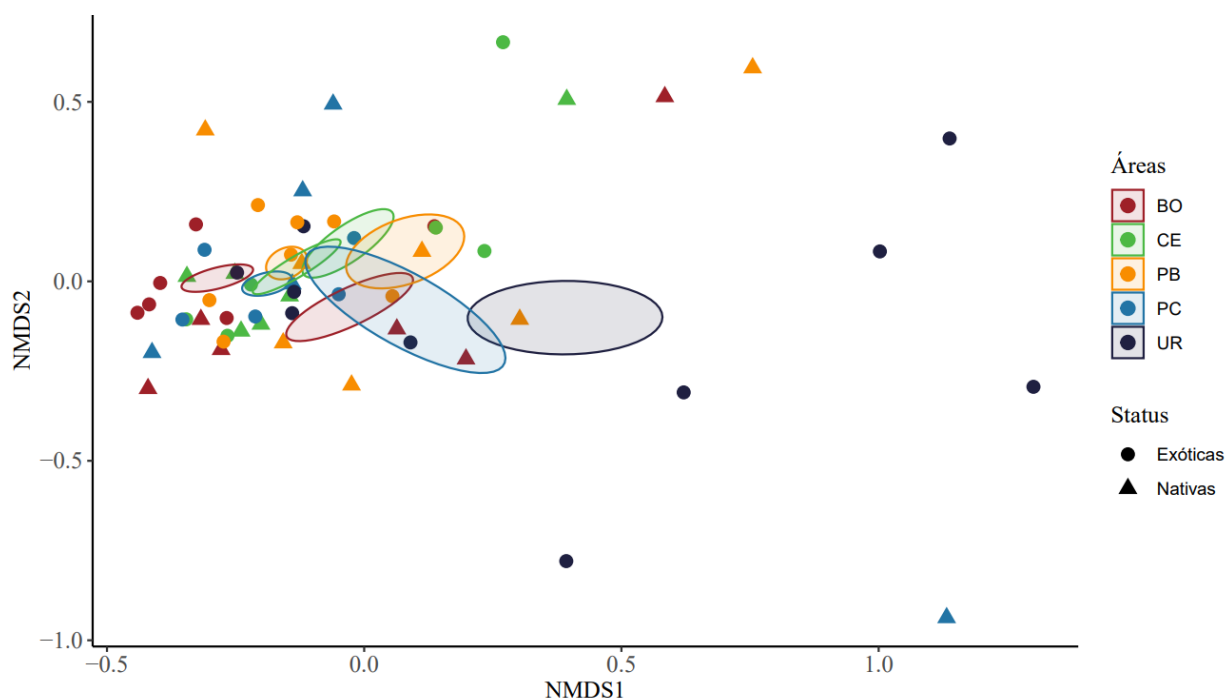
Combinações	F	P
Nativas	2,678	0,047*
Exóticas	2.9871	0.026*
Nativas + Exóticas	3,423	0,007*

5.3 Diferenças na presença espacial para espécies nativas e exóticas

A abundância das moscas nativas e exóticas demonstraram um padrão de maior agrupamento nas áreas PC, PB e CE, devido à sua maior semelhança, conforme a métrica de dissimilaridade de Bray-Curtis. A proximidade nesses agrupamentos resulta da semelhança nas abundâncias e riquezas entre essas regiões. Na área urbana, a composição e a estrutura da assembleia de moscas se distinguem das demais, apresentando apenas poucos indivíduos de espécies exóticas e formando um agrupamento distinto, principalmente por não possuir a presença de espécies nativas. Isso contribuiu para que ela se mostrasse distante em relação às demais regiões (Figura 5).

Por outro lado, alguns agrupamentos parecem estar próximos simplesmente porque todos são da categoria de mata, mesmo que, em termos de similaridade, possam se distanciar. O agrupamento de espécies exóticas da área BO se distancia devido à grande abundância em relação às demais áreas (Figura 5).

Figura 5: Distribuição de espécies nativas e exóticas no gradiente de antropização mediante análise NMDS (Escalonamento Multidimensional Não-Métrico, em português).



Os testes de PERMANOVA revelaram diferenças significativas na distribuição de espécies exóticas ($P < 0,005$), sendo sua variação em abundância e riqueza principalmente ao serem comparadas com áreas urbanas e todas as áreas da mata.

Além disso, em relação às abundâncias de espécies exóticas e nativas, observaram-se diferenças significativas entre as áreas de mata em comparação com a área urbana ($P < 0,001$). No entanto, a comparação entre a área central da mata e a área urbana foi a única que não apresentou diferenças significativas ($P > 0,05$). Não foram encontradas diferenças significativas na comparação entre as diferentes áreas dentro da mata.

Tabela 5: testes de PERMANOVA para comparações entre variáveis independentes e dependentes para as diferentes áreas testadas. *indicação de $P < 0,05$

Combinações	F		P	
Nativas	0.9865		0.428	
Exóticas	2.6047		0.005*	
Nativas + Exóticas	3.1885		0.001*	
Teste <i>post-hoc</i> para áreas				
Áreas	Exóticas		Nativas + Exótica	
	F	P	F	P
CE + PC	1,4212	0,22	0,9588	0,405
CE + PB	1,1594	0,307	0,961	0,353
CE + BO	1,3749	0,249	1,327	0,238
CE + UR	4,5924	0,001*	2,3888	0,056
PC + PB	0,6187	0,618	0,5805	0,586
PC + BO	0,4043	0,746	0,4062	0,687
PC + UR	4,0974	0,014*	3,6457	0,023*
PB + BO	1,4212	0,22	1,7059	0,182
PB + UR	3,8901	0,011*	3,4059	0,021*
BO + UR	5,2218	0,002*	4,9673	0,008*

O potencial forense para espécies que colonizam cadáveres foi registrado para todas as espécies de *Chrysomya* e as espécies *Hemilucilia semidiaphana* e *Hemilucilia segmentaria*. Outras áreas como o uso para a entomotoxicologia, uso na estimativa do IPMmin, ter bionomia publicada e ser causadora de Miíases é predominante para as espécies exóticas, possuindo maior valor para a EF. Para as espécies nativas, há um déficit de informações relacionadas à sua bionomia e aplicações, porém, as informações sobre essas espécies concentram-se na importância de serem bioindicadores de ambientes preservados. Vale destacar também que outras aplicações da EF ainda foram importantes, como a entomotoxicologia e uso na estimativa de IPMmin. A espécie *Hemilucilia souzalopesi*, encontrada com baixa abundância no presente estudo, não foi associada a diversos parâmetros de avaliação para a EF, porém foi considerada um bioindicador.

Tabela 6: Aplicações e importância dos insetos pertencentes aos gêneros *Chrysomya* e *Hemilucilia* dentro da entomologia forense. 1. *Chrysomya megacephala* (Fabricius,1794); 2. *Chrysomya albiceps* (Wiedemann,1819); 3. *Chrysomya putoria* (Wiedemann,1818); 4. *Hemilucilia semidiaphana* (Rondani, 1850); 5. *Hemilucilia segmentaria* (Fabricius,1805); 6. *Hemilucilia souzalopesi* Mello, 1972.

Aplicações	1	2	3	4	5	6	Referências
Encontrada colonizando cadáveres	X	X	X	X	X		Kosmann <i>et al.</i> , 2011; Thyssen <i>et al.</i> , 2018; Vasconcelos; Soares; Costa, 2014
Entomotoxicologia	X	X	X	X			Guerra <i>et al.</i> , 2016; Lima <i>et al.</i> , 2018; Carvalho; Linhares; Trigo, 2001.
Estimativa do IPMmin	X	X	X	X	X		Kosmann <i>et al.</i> , 2011; Thyssen <i>et al.</i> , 2018
Causadora de Miíases	X	X	X				Barbosa; Vasconcelos, 2015
Bioindicadora ambiental				X	X	X	Luz <i>et al.</i> , 2020; Cabrini <i>et al.</i> , 2013.

As características específicas de cada espécie, de cada grupo (nativa e exótica) influenciam diretamente os resultados do presente estudo, as conclusões obtidas em diversas meio da análise de diferentes variáveis destacam a importância de compreender as diferenças individuais e suas implicações específicas em campos como a entomologia forense e a ecologia. A avaliação funcional entre espécies nativas e exóticas ressalta a necessidade de uma abordagem diferenciada.

6 DISCUSSÃO

Este estudo apresenta uma expressiva riqueza de espécies coletadas em um fragmento de Mata Atlântica urbana, para o estado de Pernambuco. Optamos por concentrar hipóteses e objetivos em dois gêneros que foram mais abundantes nas coletas, que além de possuírem importância dentro da EF, possuem características ecológicas pertinentes. Escolhemos para este estudo as Hemilucilias nativas da região neotropical, com evidente abundância em áreas de Mata Atlântica, e as espécies exóticas de *Chrysomyas* que apresentam adaptações evolutivas favorecendo sua permanência em condições urbanas e elevada ação antrópica (MARILUIS, 1980; NUNES *et al.*, 2023).

Mesmo com um número limitado de expedições na Mata Atlântica, foram coletados e identificados mais de 5.000 exemplares pertencentes ao gênero *Chrysomya* e mais de 800 pertencentes ao gênero *Hemilucilia*, evidenciando um esforço amostral considerável quando comparados com estudos anteriores, também obtivemos uma composição de espécies semelhante (AZEVEDO; KRÜGER, 2013; CARMO; VASCONCELOS, 2014; GADELHA *et al.*, 2015).

Foi observado um aumento da riqueza de espécies nos entornos da mata (Borda), que segundo Connel *et al.*, 1978, pode ser causado pela atividade humana moderada que provavelmente estaria favorecendo os níveis de diversidade na Mata do Curado, aumentando a complexidade de espécies, favorecendo adaptações para as condições de estresse. Além disso, o acúmulo de recursos orgânicos provenientes de áreas urbanas cria condições propícias para o desenvolvimento do gênero *Chrysomya*, pois os califorídeos desse gênero apresentam uma forte sinantropia (NUNES *et al.*, 2023). Na Mata Atlântica, algumas espécies também apresentam estreita ligação com áreas florestais, onde a paisagem tem maior complexidade, *H. semidiaphana*, por exemplo, mostra uma associação com áreas de maior complexidade vegetal, apresentando maior abundância em áreas do centro da mata, enquanto que, *C. albiceps* possui maior distribuição preferencial por regiões que sofrem maior efeito da antropização (KOSMANN *et al.*, 2011; SOUZA *et al.*, 2021).

A vegetação desempenha um papel significativo nos níveis de riqueza de espécies, podendo ser considerada um refúgio para a sobrevivência de espécies nativas, a complexidade da mata, observada pela altura, densidade das árvores, riqueza e abundância influenciam na estrutura do habitat e conservação de espécies nativas (SOUZA *et al.*, 2016).

Nesse contexto, o recurso efêmero utilizado para coletas desempenha um papel crucial, visto que é um recurso que pode não ser encontrado na mata, mas são comumente utilizados para levantamento de fauna. Há também que mencionar que as espécies exóticas são conhecidas por

demonstrar maior plasticidade alimentar e são menos influenciadas pelos diferentes recursos alimentares (VASCONCELOS; SALGADO, 2014), podendo ser mais abundantes em diversas iscas atrativas, reforçando, assim que a escassez e competição por recursos afeta o sucesso reprodutivo e a sobrevivência de espécies nativas que podem tender a consumir recursos presentes e mais comuns na mata (SPINDOLA *et al.* 2017). Tendo em vista a dinâmica de espécies nativas e exóticas neste microssistema, podemos supor que, em alguns parâmetros, que necessitam de futuras avaliações, as espécies nativas podem estar sofrendo supressão causada pelas espécies exóticas, principalmente em áreas de complexidade e influência antrópica.

A atividade humana pode resultar em desequilíbrios ecológicos, o qual pode exercer uma influência significativa na diversidade de insetos, visto as alterações de espécies no gradiente e comparada à área urbana. Em ambientes caracterizados por equilíbrio competitivo, a diversidade total de espécies geralmente se mantém em níveis baixos, já que algumas espécies coexistentes evitam a competição direta por recursos limitados (SOUSA *et al.* 2021). Segundo Nunes *et al.* (2023), nasce desse contexto a necessidade de entender a associação de espécies de dípteros com comportamento sinantrópico.

A caracterização de área urbana é considerada, neste estudo, uma área de controle positivo para a antropização. A importância forense desta região é bastante relevante, visto a ocorrência de crimes, com maior frequência. Nessa área, não foram encontradas Hemilucilias durante as coletas, indicando uma associação restrita com áreas vegetais de maior complexidade estrutural, conforme já relatado (MARILUIS, 1980; THYSSEN *et al.*, 2005; NUNES *et al.*, 2023). Para exóticas, sua abundância não é tão impactada de modo negativo pela antropização, mantendo-se alta, podendo ser mais comuns colonizando cadáveres. Por outro lado, as condições urbanas não favoreceram as espécies nativas, por estarem mais associadas à área de mata, isso acarreta em mudanças no padrão de colonização de cadáveres, podendo ser colonizados por espécies nativas.

Os padrões de dominância nesse estudo são comumente encontrados em outros estudos (AZEVEDO; KRÜGER, 2013; GADELHA *et al.*, 2015), *Chrysomya* foi observado demonstrando maior densidade populacional em ambos os substratos em todas as áreas de coleta, isso representa uma variável com relação direta com a sobrevivência e fecundidade, uma vez que a quantidade de espécimes influencia o nível de competição e a viabilidade dos adultos (VON ZUBEN; STANGENHAUS; GODOY, 2000; GODOY *et al.*, 2001), para além disso, a abundância do gênero *Chrysomya* já foi negativamente correlacionado com a abundância de espécies nativas por Souza *et al.* ((2021). Populações de artrópodes não nativas tendem a ter seus números rapidamente aumentados, evidenciando um efeito homogeneizador e uma sobreposição

de nichos, o que pode resultar, no futuro, em perda de biodiversidade (KNOP, 2016). A competência de espécies nativas e exóticas podem estar associadas a fatores fisiológicos de localização de recursos e capacidade reprodutiva. As fêmeas de *Chrysomya* têm uma massa de ovos duas vezes maior do que as espécies nativas, colocando em média mais de 200 ovos, sugerindo uma maior capacidade de dispersão, colonização e sobrevivência (GABRE; ADHAM; CHI, 2005; BARBOSA *et al.*, 2016).

As principais limitações do estudo residem na apresentação de espécies nativas na literatura e na escassez de dados sobre a sua relevância forense. Apesar de muitas espécies da família Calliphoridae se alimentarem de matéria orgânica em decomposição (ESTRADA *et al.*, 2009; SOUSA; CARVALHO-FILHO; ESPOSITO, 2015), há lacunas no entendimento dos aspectos ecológicos e morfológicos de *Hemilucilia*, mesmo considerando sua importância forense ao colonizarem cadáveres ou sendo utilizadas no IPMmin, apresentamos neste estudo, maior frequência dessas espécies nas áreas de centro da mata, podendo ser local mais propício para a colonização de cadáveres por essas espécies (KOSMANN *et al.*, 2011).

Além da EF, as espécies também são relevantes como modelos para compreender os padrões de conservação em áreas preservadas, utilizando-se de modelos matemáticos e ecológicos, a discussão sobre a conservação de espécies se torna assunto atual, visto as grandes mudanças climáticas e efeitos de antropização (SOUSA, 2016; ALTAMIRANDA-SAAVEDRA, 2020; HALLMANN, 2021). A dissimilaridade medida entre as áreas mostra a influência da antropização sobre a diversidade e abundância de califorídeos.

Considerando que I) A interferência humana pode atuar como um catalisador do efeito homogeneizador e II) A modificação da paisagem e a redução do habitat podem resultar na exclusão de espécies (MENDES *et al.* 2021), as áreas preservadas se tornam refúgios para espécies nativas, conforme evidenciado por estudos na Mata Atlântica, onde se observa uma maior variação na composição e abundância de califorídeos em ambientes florestais (SOUSA *et al.* 2016). A antropização tem como efeito o desmatamento, aumento de ruídos, diminuição da densidade florestal, diminuição de recursos alimentares e aumento da poluição (STEINDORFF, 2022). Segundo Nunes *et al.* (2023), a criação de medidas de preservação é viabilizada pela compreensão dos índices de riqueza e abundância, assim como pelo entendimento de como a ação antrópica pode favorecer espécies exóticas.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- As espécies nativas apresentaram maior abundância em áreas de mata mais preservadas, ainda que essa abundância seja menor em comparação com as espécies exóticas. Isso sugere que o fragmento de mata atua como um refúgio para essas espécies.
- Para uma compreensão mais aprofundada das limitações deste estudo quanto à utilização de recursos, capacidade reprodutiva, competição e preferência por iscas, são necessárias análises adicionais no futuro, uma vez que demandam outras abordagens.
- O gradiente de antropização estudado mostrou diversidade de espécies e serviu como parâmetro para avaliar o efeito de antropização sobre a abundância de espécies nativas e exóticas.
- Uma grande abundância de *Chrysomya* pode indicar um desequilíbrio nas populações. A influência humana afeta a disponibilidade de recursos efêmeros, uma vez que os recursos provenientes de áreas antropizadas são mais bem utilizados por espécies sinantrópicas, o que pode levá-las a alcançar o status de invasoras.
- Áreas que concentram maior complexidade vegetal tendem a apresentar maior biodiversidade. No entanto, as espécies exóticas encontradas em áreas urbanas são frequentemente objeto de estudo, enquanto as espécies nativas associadas às florestas são subestimadas, resultando na negligência do potencial forense que poderia ser explorado a partir dessa biodiversidade.
- A concentração de espécies nativas no centro da mata pode favorecer a colonização de cadáveres por essas espécies, mas ainda carece de mais estudos para entender a dinâmica envolvida na colonização e importância forense da maioria das espécies nativas.

8 REFERÊNCIAS

AKBARZADEH, K.; SAGHAFIPOUR, A.; JESRI, N.; et al. Spatial distribution of necrophagous flies of infraorder muscomorpha in Iran using geographical information system. **Journal of Medical Entomology**, v. 55, n. 5, p. 1071-1085, 2018.

ALGALIL, F. M. A. A.; ZAMBARE, S. P.; KHAN, L. A.; MALI, K. H. Effect of seasonal temperature variations on the life cycle duration of forensically important calliphorid fly, *Chrysomya saffrana* (Bigot, 1877). **Journal of Forensic Research**, v. 8, n. 2, 2017.

ALTAMIRANDA-SAAVEDRA, M.; AMAT, E.; GÓMEZ-P, L. M. Influence of montane altitudinal ranges on species distribution models; evidence in Andean blow flies. **PeerJ**, v. 8, 2020.

ANDRADE, J. B.; ROCHA, F. A.; RODRIGUES, P.; et al. Larval dispersal and predation in experimental populations of *Chrysomya albiceps* and *Cochliomyia macellaria* (Diptera: Calliphoridae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 97, p. 1137-1140, 2002.

ARAGONÉS, Á. M.; TAPIA-PANIAGUA, S. T. Review of cadaveric dating methods and new perspectives from the necrobiome. **Spanish Journal of Legal Medicine**, v. 48, n. 1, p. 30-35, 2022.

AZEVEDO, R. R.; KRÜGER, R. F. The influence of temperature and humidity on abundance and richness of Calliphoridae (Diptera). **Iheringia**, v. 103, p. 145-152, 2013.

BARBOSA, L. S.; COURI, M. S.; COELHO, V. M. A.; AVELINO-CAPISTRANO, F. The classic episode of biological invasion: *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775) versus *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794) (Diptera: Calliphoridae) evaluation of the biotic potential. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 88, p. 1401-1406, 2016.

BARBOSA, T. M.; JALES, J. T.; MEDEIROS, J. R.; et al. Behavioural aspects of the prey-predator interaction among necrophagous Diptera: implications for cadaveric colonization. **Neotropical Entomology**, v. 50, p. 303-311, 2021.

BARBOSA, T. M.; VASCONCELOS, S. D. An updated checklist of myiasis-inducing Diptera species in livestock in Northeastern Brazil. **Archivos de zootechnia**, v. 64, n. 246, p. 187-190, 2015.

BARTON, P. S.; EVANS, M. J. Insect biodiversity meets ecosystem function: differential effects of habitat and insects on carrion decomposition. **Ecological Entomology**, v. 42, n. 3, p. 364-374, 2017.

BATISTA-DA-SILVA, J. A.; MOYA-BORJA, G. E.; DE CARVALHO QUEIROZ, M. M. Ocorrência e sazonalidade de muscóides (Diptera, Calliphoridae) de importância sanitária no Município de Itaboraí, RJ, Brasil. **EntomoBrasilis**, v. 3, n. 1, p. 16-21, 2010.

BAUMGARTNER, D. L.; GREENBERG, B. The genus *Chrysomya* (Diptera: Calliphoridae) in the new world. **Journal of Medical Entomology**, v. 21, n. 1, p. 105-113, 1984.

BENBOW, M. E.; BARTON, P. S.; ULYSHEN, M. D.; et al. Necrobiome framework for bridging decomposition ecology of autotrophically and heterotrophically derived organic matter. **Ecological Monographs**, v. 89, n. 1, p. e01331, 2019.

BENBOW, M. E.; LEWIS, A. J.; TOMBERLIN J. K.; PECHAL, J. L. Seasonal necrophagous insect community assembly during vertebrate carrion decomposition. **Journal of medical entomology**, v. 50, n. 2, p. 440-450, 2013.

BERGERET, M. Infanticide, momification naturelle du cadavre. **Annales d'Hygiène Publique et de Médecine Légale**, v. 4, p. 442-452, 1855.

BOTTEON, V. W. Perspectivas de uso de insetos bioindicadores ambientais em trabalhos periciais. **Brazilian Journal of Forensic Sciences**, v. 5, n. 4, p. 383-401, 2016.

BRUNDAGE, A.; BYRD, J.; SUTTON, L. Forensic Entomology. In: **Manual of Forensic Science: An International Survey**. CRC Press, 2017. p. 211-234.

CABRINI, I.; GRELLA, M. D.; ANDRADE, C. F.; THYSSEN, P. J. Richness and composition of Calliphoridae in an Atlantic Forest fragment: implication for the use of Dipteran species as bioindicators. **Biodiversity and Conservation**, v. 22, p. 2635-2643, 2013.

CAMPOBASSO, C. P.; DI VELLA, G.; INTRONA, F. Factors affecting decomposition and Diptera colonization. **Forensic Science International**, v. 120, n. 1-2, p. 18-27, 2001.

CARMO, R. F. R.; ASTÚA, D.; VASCONCELOS, S. D. Environmental conditions differently affect the wing size and shape of two blow fly species Calliphoridae of forensic importance in the Brazilian tropical ecosystems. **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 42, n. 2, p. 1903-1911, 2022.

CARMO, R. F. R.; VASCONCELOS, S. D. First record of the blow fly *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae) on a southern Atlantic island: implications for disease transmission in a protected environment. **Journal of Vector Ecology**, v. 39, n. 1, p. 228-230, 2014.

CARMO, R. F. R.; VASCONCELOS, S. D., BRUNDAGE, A. L.; TOMBERLIN, J. K. How do invasive species affect native species? Experimental evidence from a carrion blowfly (Diptera: Calliphoridae) system. **Ecological Entomology**, v. 43, n. 4, p. 483-493, 2018.

CARVALHO, C. J. B.; 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, L. M.; LINHARES, A. X.; TRIGO, J. R. Determination of drug levels and the effect of diazepam on the growth of necrophagous flies of forensic importance in southeastern Brazil. **Forensic Science International**, v. 120, n. 1-2, p. 140-144, 2001.

CASTELLI, L. E.; GLEISER, R. M.; BATTÁN-HORENSTEIN, M. Role of saprophagous fly biodiversity in ecological processes and urban ecosystem services. **Ecological Entomology**, v. 45, n. 3, p. 718-726, 2020.

CATTS, E. P.; GOFF, M. L. Forensic entomology in criminal investigations. **Annual Review of Entomology**, v. 37, n. 1, p. 253-272, 1992.

CHARABIDZE, D.; GOSSELIN, M.; HEDOUIN, V. Use of necrophagous insects as evidence of cadaver relocation: myth or reality? **PeerJ**, v. 5, p. e3506, 2017.

CONNELL, J. H. Diversity in Tropical Rain Forests and Coral Reefs. **Science**, v. 199, n. 4335, p. 1302-1310, 1978.

CRIPPEN, T. L.; BENBOW, M. E.; PECHAL, J. L. Microbial interactions during carrion decomposition. **Carrion ecology, evolution, and their applications**, p. 31-64, 2015.

CROOKS, J. A. Lag times and exotic species: The ecology and management of biological invasions in slow-motion1. **Ecoscience**, v. 12, n. 3, p. 316-329, 2005.

DENNO, R. F.; COTHRAN, W. R. Niche relationships of a guild of necrophagous flies. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 68, n. 4, p. 741-754, 1975.

DÍAZ-MARTÍN, B.; SALOÑA-BORDAS, M. I. Arthropods of forensic interest associated to pig carcasses in Aiako Harria Natural Park (Basque country, Northern Spain). **Ciencia Forense**, v. 12, p. 207-228, 2015.

DUFEK, M. I.; LARREA, D. D.; DAMBORSKY, M. P.; MULIERI, P. R. The effect of anthropization on Sarcophagidae (Diptera: Calyptratae) community structure: an assessment on different types of habitats in the Humid Chaco ecoregion of Argentina. **Journal of Medical Entomology**, v. 57, n. 5, p. 1468-1479, 2020.

ELGAR, M. A.; ZHANG D.; WANG, Q.; et al. Insect antennal morphology: the evolution of diverse solutions to odorant perception. **The Yale Journal of Biology and Medicine**, v. 91, n. 4, p. 457, 2018.

ESTRADA, D. A.; GRELLA, M. D.; THYSSEN, P. J.; LINHARES, A. X. Taxa de desenvolvimento de *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) (Diptera: Calliphoridae) em dieta artificial acrescida de tecido animal para uso forense. **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 203-207, 2009.

FERREIRA, M. J. M. Sinantropia de dípteros muscóides de Curitiba, Paraná, I. Calliphoridae. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 38, n. 2, p. 445-454, 1978.

GABRE, R. M.; ADHAM, F. K.; CHI, H. Life table of *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae). **Acta oecologica**, v. 27, n. 3, p. 179-183, 2005.

GADELHA, B. Q.; RIBEIRO, A. C.; AGUIAR, V. M.; MELLO-PATIU, C. A. Edge effects on the blowfly fauna (Diptera, Calliphoridae) of the Tijuca National Park, Rio de Janeiro, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, p. 999-1007, 2015.

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

GUERRA, T. S.; BARNABE, A. S.; FERRAZ, R. N.; GODOY, M. P. Avaliação de possível interferência do tabagismo na ovoposição de larvas de Calliphoridae (Díptera) em carcaça de *Mus musculus* L. (Rodentia: Muriade) em São Paulo. **Revista Brasileira de Criminalística**, v. 5, n. 1, p. 18-26, 2016. GUIMARÃES, J. H.; PRADO, A. P.; LINHARES, A. X. Three newly introduced blowfly species in Southern Brazil (Diptera, Calliphoridae). 1979.

GUIMARÃES, S. E. F.; STEINDORFF, G. S., BICHO, C. L., FARIAS, R. C. A. P.; VASCONCELOS, S. D. Forensic entomology in research and practice: an overview of forensic experts' perceptions and scientific output in Brazil. **International Journal of Legal Medicine**, v. 136, n. 4, p. 1149-1161, 2022.

HALLMANN, C. A.; SSYMANK, A.; SORG, M.; KROON, H.; JONGEJANS, E. Insect biomass decline scaled to species diversity: General patterns derived from a hoverfly community. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 118, n. 2, p. e2002554117, 2021.

HENRIQUE, M. C. Definition of Diptera Cyclorrhapha or Muscomorpha. **Open Journal of Biological Sciences**, v. 5, n. 1, p. 013-014, 2020.

HENRIQUE, M. M.; HENRIQUE, P. R.; PAIVA, P. M. H.; SERVATO, J. P. S.; JÚNIOR, R. B. F.; JUNIOR, E. R. D. P. MIÍASE FURUNCULAR: Relato de caso. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 62684-62691, 2020.

HETTINGER, N. Exotic species, naturalisation, and biological nativism. **Environmental values**, v. 10, n. 2, p. 193-224, 2001.

HORENSTEIN, M. B.; SALVO, A. Community dynamics of carrion flies and their parasitoids in experimental carcasses in central Argentina. **Journal of Insect Science**, v. 12, n. 1, p. 8, 2012.

JÜRGENS, A.; SHUTTLEWORTH, A.; BENBOW, M. E.; TOMBERLIN, J. K.; TARONE, A. M. Carrion and dung mimicry in plants. **Carrion ecology, evolution, and their applications**, p. 361-386, 2015.

KEH, B. Scope and applications of forensic entomology. **Annual review of entomology**, v. 30, n. 1, p. 137-154, 1985.

KNOP, E. Biotic homogenization of three insect groups due to urbanization. **Global Change Biology**, v. 22, n. 1, p. 228-236, 2016.

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**, v. 55, p. 621-623, 2011.

KUTTY, S. N.; PONT, A. C.; MEIER, R.; PAPE, T. Complete tribal sampling reveals basal split in Muscidae (Diptera), confirms saprophagy as ancestral feeding mode, and reveals an evolutionary correlation between instar numbers and carnivory. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 78, p. 349-364, 2014.

LAMBKIN, C. L.; SINCLAIR, B. J.; PAPE, T.; COURTNEY, G. W.; SKEVINGTON, J. H.; MEIER, R.; YEATES, D. K.; BLAGODEROV, V.; WIEGMANN, B. M. The phylogenetic relationships among infraorders and superfamilies of Diptera based on morphological evidence. **Systematic Entomology**, v. 38, n. 1, p. 164-179, 2013.

LEONHARDT, S. D.; LIHOREAU, M.; SPAETHE, J. Mechanisms of nutritional resource exploitation by insects. **Insects**, v. 11, n. 9, p. 570, 2020.

LIEBHOLD, A. M.; YAMANAKA, Takehiko; ROQUES, A.; AUGUSTIN, S.; CHOWN, S. L.; BROCKERHOFF, E. G.; PYLEK, P. Global compositional variation among native and non-native regional insect assemblages emphasizes the importance of pathways. **Biological Invasions**, v. 18, p. 893-905, 2016.

LIMA, L. A.; MORAIS, C. L.; JALES, J. T.; GAMA, R. A.; LEMOS, S. G.; LIMA, K. M. Identification using classification analysis of flunitrazepam in necrophagous larvae via differential pulse voltammetry and fluorescence Excitation-Emission Matrix (EEM) spectroscopy. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 29, p. 2595-2604, 2018.

LÓPEZ-CEPEDA, M.; FAGUA, G. Alterares em composição e abundância de califorídeos de interesse forense em Bogotá. **Universitas Scientiarum**, v. 20, n. 1, p. 17-28, 2015.

LUZ, R. T.; AZEVEDO, W. T. A.; SILVA, A. S.; LESSA, C. S. S.; MAIA, V. C.; AGUIAR, V. M. Diversity of Calliphoridae and Mesembrinellidae (Diptera: Oestroidea) in a Mangrove, Restinga, and Forest Landscapes From a Lagoon Complex on an Atlantic Forest Coastline (Rio de Janeiro, Brazil). **Journal of Medical Entomology**, v. 57, n. 6, p. 1758-1767, 2020.

MARCHIORI, C. H. Study of the bioecology of *Chrysomya* (Robineau-Desvoidy, 1830) (Diptera: Calliphoridae). **Open Access Research Journal of Life Sciences**, v. 1, n. 2, p. 42-55, 2021.

MARILUIS, J. C. Contribución al conocimiento del género *Hemilucilia* Brauer, 1895 (Calliphoridae, Chrysomyinae, Hemiluciliini). **Revista de la Sociedad Entomológica Argentina**, v. 39, n. 1-2, 1980.

MARTINS, G.; SANTOS, W. E.; CREÃO-DUARTE, A.J.; SILVA, L. B. G.; OLIVEIRA, A. A. F. Estimativa do intervalo pós-morte em um canino (*Canis lupus familiaris* Linnaeus 1758) pela entomologia forense em Cabedelo-PB, Brasil: relato de caso. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, p. 1107-1110, 2013.

MCKNIGHT, B. E. The washing away of wrongs: forensic medicine in thirteenth-century China. **VRÜ Verfassung und Recht in Übersee**, v. 1, p. 114-115, 1983.

MENDES, T. P.; ESPOSITO, M. C.; CARVALHO-FILHO, F. S.; JÜEN, L.; ALVARADO, S. T.; SOUSA, J. R. P. Necrophagous flies (Diptera: Calliphoridae and Sarcophagidae) as indicators of the conservation or anthropization of environments in eastern Amazonia, Brazil. **Journal of Insect Conservation**, v. 25, n. 4, p. 719-732, 2021.

Ministério do Meio Ambiente. Mata Atlântica. Ministério do Meio Ambiente, 2023. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica_emdesenvolvimento. Acesso em: 10 fev. 2023.

MOOPHAYAK, K.; TAEPRAYOON, P.; PICHTEL, J.; PREMMANEE, S.; PHOOSSEKAWE, C.; THINNOK, C.; AVAKUL, P.; MEEINKUIRT, W. Necrophagous flies as bioindicators in Cd and Zn co-contaminated areas of Tak Province, Thailand. **Ecotoxicology And Environmental Safety**, v. 269, p. 115800, 2024.

NASCIMENTO, E. M. F.; OLIVEIRA, J. B.; PAES, M. J.; LOBO, A. P.; SILVA, A. L. A.; JÚNIOR, E. R. S.; LEAL, J. L. F.; MOYA-BORJA, G. E. Miíases humanas por *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel, 1858) (Diptera, Calliphoridae) em hospitais públicos na cidade do Recife, Pernambuco, Brasil. **Entomología y Vectores**, v. 12, p. 37-51, 2005.

NORRIS, K. R. The Bionomics of Blow Flies. **Annual Review of Entomology**, v. 10, n. 1, p. 47-68, 1965.

NUNES, M. P.; AZEVEDO, W. T. A.; SILVA, A. S.; LESSA, C. S. dos S.; ALENCAR, J.; AGUIAR, V. M. Synanthropy and ecological aspects of Calliphoridae and Mesembrinellidae (Diptera: Oestroidea) in three ecological areas in Rio de Janeiro state, Brazil. **Plos One**, v. 18, n. 6, p. e0285844, 2023.

PALIY, O.; SHANKAR, V. Application of multivariate statistical techniques in microbial ecology. **Molecular Ecology**, v. 25, n. 5, p. 1032-1057, 2016.

SANFORD, M.; WHITWORTH, T. L.; PHATAK, D. R. Human Wound Colonization by *Lucilia eximia* and *Chrysomya rufifacies* (Diptera: Calliphoridae). **Journal of Medical Entomology**, v. 51, n. 3, p. 716-719, 2014.

SANTANA, C. S.; BOAS, D. S. V. Entomologia forense: insetos auxiliando a lei. **Revista Ceciliana Dez.**, v. 4, n. 2, p. 31-34, 2012.

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.

SAX, D. F.; KINLAN, B. P.; SMITH, K. F. A conceptual framework for comparing species assemblages in native and exotic habitats. **Oikos**, v. 108, n. 3, p. 457-464, 2005.

SILVA, J. O. A.; CARVALHO-FILHO, F. S.; ESPOSITO, M. C.; REIS, G. A. First record of *Chrysomya rufifacies* (Macquart) (Diptera, Calliphoridae) from Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 56, p. 115-118, 2012.

SILVA, S. M.; MOURA, M. O. Intrapuparial Development of *Hemilucilia semidiaphana* (Diptera: Calliphoridae) and its use in forensic entomology. **Journal of Medical Entomology**, v. 56, n. 6, p. 1623-1635, 2019.

SIQUEIRA, F. F.; CARVALHO, D.; RHODES, J.; ARCHIBALD, C. L.; REZENDE, V. L.; BERG, E. V. D. Small Landscape Elements Double Connectivity in Highly Fragmented Areas of the Brazilian Atlantic Forest. **Frontiers in Ecology and Evolution**, p. 304, 2021.

SMITH, K. G. **A manual of forensic entomology**. 1986.

SOUSA, J. R. P.; CARVALHO-FILHO, F. S.; ESPOSITO, M. C. Distribution and Abundance of Necrophagous Flies (Diptera: Calliphoridae and Sarcophagidae) in Maranhão, northeastern Brazil. **Journal of Insect Science**, v. 15, n. 1, p. 70, 2015.

SOUSA, J. R. P.; CARVALHO-FILHO, F. S.; JUEN, L.; ESPOSITO, M. C. Evaluating the Effects of Different Vegetation Types on Necrophagous Fly Communities (Diptera: Calliphoridae; sarcophagidae). **Plos One**, v. 11, n. 10, p. e0164826, 2016.

SOUSA, J. R. P.; MENDES, T. P.; CARVALHO-FILHO, F. S.; JUEN, L.; ESPOSITO, M. C. Diversity of Necrophagous Flies (Diptera: Calliphoridae, Mesembrinellidae, and Carcophagidae) in anthropogenic and preserved environments of five different phytophysiognomies in northeastern Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 50, n. 4, p. 537-550, 2021.

SOUZA, A. S. B.; SOUZA, M. M.; GOMES, P. P.; SILVA, J. V. N.; BERTINOTI, G. K.; ALMEIDA, J. A. M. A survey of Calliphoridae and Mesembrinellidae (Diptera) in semideciduous seasonal forest, Paraná, Brazil. **Biotemas**, v. 34, n. 1, p. 3, 2021.

SPINDOLA, A. F.; ZHENG, L.; TOMBERLIN, J. K.; THYSSEN, P. J. Attraction and Oviposition of *Lucilia eximia* (Diptera: Calliphoridae) to resources colonized by the invasive competitor *Chrysomya albiceps* (Diptera). **Journal of Medical Entomology**, v. 54, n. 2, p. 321-328, 2017.

STEINDORFF, G. S. **Aspectos Ecológicos e Comportamentais de Mesembrinellidae (Diptera) em Fragmento de Mata Atlântica em Pernambuco: implicações para validação de seu potencial forense**, 2022. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

SZPILA, K.; WALLMAN, J. Morphology and identification of first instar larvae of Australian blowflies of the genus *Chrysomya* of forensic importance. **Acta Tropica**, v. 162, p. 146-154, 2016.

THOMPSON, C.; BROGAN, R. S.; SCHEIFELE, L. Z.; RIVERS, D. B. Bacterial Interactions with Necrophagous Flies. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 106, n. 6, p. 799-809, 2013.

THYSSEN, P. J.; AQUINO, M. F.; PURGATO, N. C.; MARTINS, E.; COSTA, A. A.; LIMA, C. G.; DIAS, C. R. Implications of entomological evidence during the investigation of five cases of violent death in Southern Brazil. **Journal Forensic Science**, v. 2, p. 001-008, 2018.

THYSSEN, P. J.; LESSINGER, A. C.; AZEREDO-ESPIN, A. M.L.; LINHARES, A. X. The value of PCR-RFLP molecular markers for the differentiation of immature stages of two necrophagous flies (Diptera: Calliphoridae) of potential forensic importance. **Neotropical Entomology**, v. 34, p. 777-783, 2005.

TOMBERLIN, J. K.; CRIPPEN, T. L.; TARONE, A. M.; CHAUDHURY, M. F.; SINGH, B., CAMMACK, J. A.; MEISEL, R. P. A Review of Bacterial Interactions with Blow Flies (Diptera: Calliphoridae) of medical, veterinary, and forensic importance. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 110, n. 1, p. 19-36, 2017.

TSCHARNTKE, T.; STEFFAN-DEWENTER, I.; KRUESS, A.; THIES, C. Characteristics of insect populations on habitat fragments: a mini review. **Ecological Research**, v. 17, p. 229-239, 2002.

VAIRO, K. P.; CORRÊA, R. C.; LECHETA, M. C.; CANEPARO, M. F.; MISE, K. M.; PRETI, D.; CARVALHO, C. J. B.; ALMEIDA, L. M.; MOURA, M. O. Forensic Use of a Subtropical Blowfly: the first case indicating minimum postmortem interval (mpmi) in southern Brazil and first record of *Sarconesia chlorogaster* from a human corpse. **Journal of Forensic Sciences**, v. 60, p. S257-S260, 2015.

VASCONCELOS, S. D.; CRUZ, T. M., SALGADO, R. L.; THYSSEN, P. J. Dipterans Associated with a Decomposing Animal Carcass in a Rainforest Fragment in Brazil: notes on the early arrival and colonization by necrophagous species. **Journal of Insect Science**, v. 13, n. 1, p. 145, 2013.

VASCONCELOS, S. D.; SALGADO, R. L. First Record of Six Calliphoridae (Diptera) Species in a Seasonally Dry Tropical Forest in Brazil: evidence for the establishment of invasive species. **Florida Entomologist**, v. 97, n. 2, p. 814-816, 2014.

VASCONCELOS, S. D.; SOARES, T. F.; COSTA, D. L. Multiple colonization of a cadaver by insects in an indoor environment: first record of *Fannia trimaculata* (Diptera: Fanniidae) and *Peckia (Peckia) chrysostoma* (Sarcophagidae) as colonizers of a human corpse. **International Journal of Legal Medicine**, v. 128, p. 229-233, 2014.

VENETTE, R. C.; HUTCHISON, W. D. Invasive Insect Species: global challenges, strategies & opportunities. **Frontiers in Insect Science**, v. 1, p. 650520, 2021.

VILTE, R.; GLEISER, R. M.; HORENSTEIN, M. B. Necrophagous Fly Assembly: evaluation of species bait preference in field experiments. **Journal of Medical Entomology**, v. 57, n. 2, p. 437-442, 2020.

VON ZUBEN, C. J.; STANGENHAUS, G.; GODOY, W. A. C. Competição larval em *Chrysomya megacephala* (F.) (Diptera: Calliphoridae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 60, p. 195-203, 2000.

VON ZUBEN, C. J.; VON ZUBEN, F. J.; GODOY, W. A. C. Larval competition for patchy resources in *Chrysomya megacephala* (Dipt., Calliphoridae): implications of the spatial distribution of immatures. **Journal of Applied Entomology**, v. 125, n. 9-10, p. 537-541, 2001.

WELLS, J. D.; GREENBERG, B. Resource use by an introduced and native carrion flies. **Oecologia**, 1994.

YANG, L. H.; GRATTON, C. Insects as drivers of ecosystem processes. **Current Opinion in Insect Science**, v. 2, p. 26-32, 2014.

ZIMMER, C. R.; PIRES, S. M.; CÁRCAMO, M. C.; RIBEIRO, P. B. Efeitos da Competição Larval Intra-Específica Sobre Caracteres Biométricos de *Muscina stabulans* (Fallén, 1817)

(DIPTERA: muscidae) em laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 73, p. 203-209, 2022.