UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE BIOCIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

GABRIELA STREPPEL STEINDORFF

ASPECTOS ECOLÓGICOS E COMPORTAMENTAIS DE MESEMBRINELLIDAE (DIPTERA) EM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA EM PERNAMBUCO: implicações para validação de seu potencial forense

Recife

2022

GABRIELA STREPPEL STEINDORFF

ASPECTOS ECOLÓGICOS E COMPORTAMENTAIS DE MESEMBRINELLIDAE (DIPTERA) EM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA EM PERNAMBUCO: implicações para validação de seu potencial forense

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Área de Concentração, Centro de Biociências, da Universidade Federal de Pernambuco, como Requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Biologia Animal

Orientador (a): Simão Dias Vasconcelos

Recife

2022

Catalogação na Fonte:
Bibliotecária Elaine Cristina Barroso, CRB4/1728

Steindorff, Gabriela Streppel
Aspectos ecológicos e comportamentais de Mesembrinellidae *(Diptera)* em fragmento de Mata Atlântica em Pernambuco: implicações para validação de seu potencial forense / Gabriela Streppel Steindorff – 2022.

80 f. : il., fig., tab

Orientador: Simão Dias Vasconcelos

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Biociências. Programa de Pós-graduação em Biologia Animal, Recife, 2022.
Inclui referências e apêndice.

1. Díptero 2. Reprodução 3. Mata Atlântica I. Vasconcelos, Simão Dias (orient). II. Título.

595.77 CDD (22.ed.) UFPE/CB – 2022-186

GABRIELA STREPPEL STEINDORFF

ASPECTOS ECOLÓGICOS E COMPORTAMENTAIS DE MESEMBRINELLIDAE (DIPTERA) EM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA EM PERNAMBUCO: implicações para validação de seu potencial forense

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Área de Concentração, Centro de Biociências, da Universidade Federal de Pernambuco, como Requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Biologia Animal

Orientador (a): Simão Dias Vasconcelos

Aprovado em: 22/06/2022

BANCA EXAMINADORA

_____

Dr. José Roberto Pereira de Sousa (Titular externo) – UEMA

_____

Dr. Welinton Ribamar Lopes (Titular externo) – UFG

_____

Dr. Artur Campos Dália Maia (Titular interno) – UFPE

_____

Dra. Débora Barbosa de Lima (Suplente interno) – UFPE

_____

Dr. Taciano de Moura Barbosa (Suplente externo) - UFPE

Dedico este trabalho ao meu avô Alcindo, que faleceu em 2020 e infelizmente não pode ver sua neta se tornar mestre em algo que ele mesmo tanto amava.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e padrasto, que me deram todo o suporte emocional e financeiro necessário para que eu pudesse concluir este mestrado do outro lado do país. Aos meus amigos por tudo que compartilhamos e por toda força e motivação que sempre me oferecem. À minha noiva, que esteve ao meu lado durante quase todo esse período e sempre estendeu a mão e teve paciência nos momentos necessários.

Ao meu orientador, Dr. Simão Dias Vasconcelos, por ver futuro em mim e no meu trabalho mesmo sem nos conhecermos. Por toda paciência, puxões de orelha e por acima de tudo, ser um amigo.

Aos meus colegas de laboratório (e agora também amigos), Stephanie, Kelly e Henrique, por toda ajuda e parceria nos campos, triagens e nas trocas de ideias na hora do café.

Ao Comando Militar do Nordeste, por abraçar esse trabalho e sempre disponibilizar tempo e pessoas para nos ajudar e proteger nesta empreitada.

À coordenação do PPGBA e seus professores, por todo apoio e conhecimentos incríveis compartilhados.

À FACEPE pelo financiamento integral do meu mestrado. Ter este apoio foi extremamente crucial para minha formação.

“Pelo prazer extraído da descoberta de novas verdades, o cientista é em parte poeta, e pelo prazer extraído dos novos meios de expressar velhas verdades, o poeta é em parte cientista.”

(Edward Wilson)

RESUMO

Mesembrinellidae é um grupo de dípteros de distribuição exclusivamente neotropical, sobre o qual se têm poucas informações precisas da ecologia e comportamento. Os indivíduos desta família são geralmente encontrados em florestas úmidas e possuem hábito assinantrópico, sendo sensíveis a perturbações ambientais. Seus hábitos nutritivos e reprodutivos carecem de observações mais aprofundadas. Diante destas lacunas, essa dissertação traz uma revisão bibliográfica e bibliométrica da família Mesembrinellidae e um experimento que investiga o efeito de borda e variáveis abióticas na dinâmica reprodutiva e alimentar de *Mesembrinella bicolor*. As coletas foram realizadas em novembro de 2021 e março de 2022 (uma segunda amostragem para dados reprodutivos), na Mata do Curado (Recife, Pernambuco), um fragmento urbano de Mata Atlântica com 50 anos de regeneração, demarcado como Refúgio de Vida Silvestre. Uma área urbanizada da UFPE foi também amostrada para o tratamento controle. Utilizando conjuntos de armadilhas iscadas com substratos de peixe, porco e banana, em quatro distâncias ao longo da mata, foram coletados 3091 indivíduos de *M. bicolor*. Estes dados possibilitaram inferir sobre o comportamento e ecologia da espécie em relação à preferência alimentar, estrutura reprodutiva e resposta ao efeito de borda. Os resultados indicaram que a distância na mata e variáveis abióticas (temperatura, umidade, luminosidade e ruído) não afetaram significativamente a abundância da espécie. Por outro lado, as iscas animais atraíram 96% da abundância total de *M. bicolor*, demonstrando uma preferência pela origem, mas sem diferenciação significativa entre porco e peixe. Em relação à estrutura reprodutiva, foi observada uma maioria de fêmeas, com razão sexual de 0,81 em substratos animais e 0,64 em banana. Foi observado, tanto na borda quanto no centro, que cerca de 85% das fêmeas estavam fecundadas. Na borda houve um equilíbrio entre a porcentagem de ovos e larvas, mas no centro observou-se 30% a mais de ovos. Estes dados possibilitaram as seguintes conclusões: i) Fragmentos bem conservados, apesar de pequenos, são capazes de manter uma população homogênea de *M. bicolor*; ii) A espécie não ocorreu em meio urbano e foi menos abundante na borda, apoiando a hipótese de comportamento assinantrópico; iii) O hábito alimentar é necrófago, com uso de frutas como recurso adicional; iv) O efeito de borda não afeta os aspectos reprodutivos da espécie.

Palavras-chave: necrofagia; Mata Atlântica; reprodução; *Mesembrinella*.

ABSTRACT

Mesembrinellidae is a group of Diptera with an exclusively neotropical distribution, about which there is little precise information on ecology and behaviour. The individuals of this family are generally found in humid forests and have an asynanthropic habit, being sensitive to environmental disturbances. Their nutritional and reproductive habits need more scientific evidence. In view of these gaps, this dissertation brings a bibliographic and bibliometric review of the Mesembrinellidae family and an experiment that investigates the abiotic variables and edge effect on the reproductive and feeding dynamics of *Mesembrinella bicolor*. The sampling was carried out in November 2021 and March 2022 (a second sample for reproductive data), in Mata do Curado (Recife, Pernambuco), an urban fragment of Atlantic Forest with 50 years of regeneration, demarcated as a Wildlife Refuge. An urbanized area of UFPE was also sampled for the control treatment. Using sets of traps baited with fish, pig and banana substrates, at four distances along the forest, 3091 individuals of *M. bicolor* were collected. These data made it possible to infer about the behaviour and ecology of the species in relation to food preference, reproductive structure and response to the edge effect. The results indicated that the distance in the forest and the abiotic variables (temperature, humidity, luminosity and noise) did not significantly affect the abundance of the species. On the other hand, animal baits attracted 96% of the total abundance of *M. bicolor*, demonstrating a preference for the substrate origin, but without significant differentiation between pig and fish. Regarding the reproductive structure, a majority of females was observed, with a sex ratio of 0.81 in animal substrates and 0.64 in bananas. It was observed, both at the edge and in the center, that about 85% of the females were fertilized. At the edge, there was a balance between the percentage of eggs and larvae, but at the center, 30% more eggs were observed. These data allowed the following conclusions: i) Well-preserved fragments, even with small size, are capable of maintaining a homogeneous population of *M. bicolor*; ii) The species did not occur in urban areas and was less abundant on the fragment's edge, supporting the hypothesis of asynanthropic behaviour; iii) The feeding habit is scavenger (=necrophagous), with the use of fruits as an additional resource; iv) The edge effect does not affect the reproductive aspects of the species.

Keywords: necrophagy; Atlantic Forest; reproduction; *Mesembrinella*.

LISTA DE FIGURAS

STATE OF THE ART ON MESEMBRINELLIDAE (DIPTERA): DIVERSITY, SAMPLING STRATEGIES AND IMPLICATIONS FOR APPLIED ENTOMOLOGY

Figura 1 - Flowchart explaining research methodology for the bibliometric review.…20
Figura 2 - Number of publications citing Mesembrinellidae, by quinquennium and by taxonomic classification used……...22
Figura 3 - Number of publications citing Mesembrinellidae, by country……..…22
Figura 4 - Number of publications citing Mesembrinellidae in the five Brazilian regions..……....23
Figura 5 - Recent cladograms representing the phylogenies of Mesembrinellidae on a molecular basis. Adapted from Yan et al. (2021)……..25
Figura 6 - Flowchart demonstrating key points in the Mesembrinellidae history (1802-2019)…….……27
Figura 7 - Richness of Mesembrinellidae by biogeographic domain. A- Laneellinae; B- Mesembrinellinae; C- Souzalopesiellinae.……..……28
Figura 8 - Number of species registered by country of continental Latin America…..29
Figura 9 - Scheme of traps already used to collect Mesembrinellidae. A- Based on Ferreira et al. (1978); B - Carmo et al. (2017); C- Carvalho et al. (2017); D- Based on McPhail commercial trap; E- Malaise; F- Based on Van Someren-Rydon…….. 37
Figura 10 - Methodological aspects for collecting Mesembrinellidae: bait sampling, seasonality, exposure time and study focus…….…….38

EFEITO DE BORDA, PREFERÊNCIA ALIMENTAR E ESTRUTURA REPRODUTIVA DE POPULAÇÕES DE *MESEMBRINELLA BICOLOR* (DIPTERA: MESEMBRINELLIDAE) EM UM FRAGMENTO PERIURBANO DE MATA ATLÂNTICA

Figura 1 - Fêmea de Mesembrinella bicolor, em vista dorsal, ventral e lateral. Fotos: Gabriela Steindorff.....45
Figura 2 - Mapa da área de estudo: Refúgio de Vida Silvestre Mata do Curado, Recife, Pernambuco, Brasil 46
Figura 3 - Fisionomia da borda (0 m) do fragmento de mata.....47

Figura 4 - Fisionomia da área próxima da borda (135 m) do fragmento de mata.....47
Figura 5 - Fisionomia da área próxima do centro (270 m) do fragmento de mata.....48
Figura 6 - Fisionomia do centro da mata (400 m) do fragmento de mata.....48
Figura 7 - Fisionomia do ambiente urbano (UFPE).....49
Figura 8 - Modelo de armadilha utilizada, adaptada de Ferreira (1978). Fonte: autores.....50
Figura 9 - Estágios reprodutivos sendo: A- virgem, B- inicial e C- avançado (larva em instar final). Legenda: e- espermateca, u- útero, o- ovo. Fotos: Gabriela Steindorff.....51
Figura 10 - Abundância de Mesembrinellidae em cada ponto de coleta na Mata do Curado.....53
Figura 11 - Abundância de Mesembrinellidae nos substratos de porco, peixe e fruta..... 54
Figura 12 - Variáveis abióticas de temperatura, umidade e luminosidade em cada ponto de coleta na Mata do Curado.....56
Figura 13 - Valores de ruído mínimo e máximo, em decibéis, em cada ponto de coleta na Mata do Curado.....56
Figura 14 - Boxplot da abundância de Mesembrinellidae em relação à distância. Círculo- outlier próximo (dentro do limite 1,5); Asterisco- outlier distante (além do limite 1,5).....57
Figura 15 - Boxplot da abundância de Mesembrinellidae em relação à isca. Círculo- outlier próximo (dentro do limite 1,5); Asterisco- outlier distante (além do limite 1,5).....58
Figura 16 - Razão sexual de M. bicolor em relação à distância e substrato.....59
Figura 17 - Estrutura reprodutiva de M. bicolor em relação à distância e substrato.....60

LISTA DE TABELAS

STATE OF THE ART ON MESEMBRINELLIDAE (DIPTERA): DIVERSITY, SAMPLING STRATEGIES AND IMPLICATIONS FOR APPLIED ENTOMOLOGY

Tabela 1 - Mesembrinellidae species by Neotropical regions (Morrone, 2014). 1-Laneellinae; 2-7 Mesembrinellinae group-species (by Whitworth & Yusseff-Vanegas, 2019); 8- Souzalopesiellinae; L.- Laneella. M.- Mesembrinella. S.-Souzalopesiella; MTZ- Mexican Transition Zone; MED- Mesoamerican Domain; PAD- Pacific Domain; BBD- Brazil Boreal Domain; BSD- Brazil South Domain; SAD- Southeast Amazon Domain; CHD- Chaco Domain; PRD- Paraná Domain; STZ- South American Transition Zone……...…….30

Tabela 2 - Substrates on which Mesembrinellidae adults were collected, including animal and vegetal baits and carcasses……..……..…..34

Tabela 3 - Percentage of Mesembrinellidae in relation to the total of Diptera collected, by author and substrate……..……..….35

Tabela 4 - Traps used in sampling adult Mesembrinellidae specimens……....36

Tabela 5 - Mesembrinellidae species cited in the literature as bioindicators of environmental quality due to their asynanthropic habit…….……41

EFEITO DE BORDA, PREFERÊNCIA ALIMENTAR E ESTRUTURA REPRODUTIVA DE POPULAÇÕES DE *MESEMBRINELLA BICOLOR* (DIPTERA: MESEMBRINELLIDAE) EM UM FRAGMENTO PERIURBANO DE MATA ATLÂNTICA

Tabela 1 - Frequência absoluta e relativa das famílias sarcossaprófagas coletadas na Mata do Curado, em relação à distância. Mes- Mesembrinellidae; Cal-Calliphoridae; Sar- Sarcophagidae; Mus- Muscidae; Fan- Fannidae.....54

Tabela 2 - Frequência absoluta e relativa das famílias sarcossaprófagas coletadas na Mata do Curado, em relação ao substrato. Mes- Mesembrinellidae; Cal-Calliphoridae; Sar- Sarcophagidae; Mus- Muscidae; Fan- Fannidae.....57

Tabela 3 - Valores de média ($\overline{x}$), desvio padrão (s) e mediana (Md) sobre os valores de abundância.....57

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO……..14
1.1 A FAMÍLIA MESEMBRINELLIDAE.……14
1.2 OBJETIVOS.……...16
1.2.1 State of the Art on Mesembrinellidae (Diptera): Diversity, sampling strategies and implications for Applied……..……16
1.2.2 Efeito de borda, preferência alimentar e estrutura reprodutiva de populações de *Mesembrinella bicolor* (Diptera: Mesembrinellidae) em um fragmento periurbano de Mata Atlântica.....16
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....17
2 STATE OF THE ART ON MESEMBRINELLIDAE (DIPTERA): DIVERSITY, SAMPLING STRATEGIES AND IMPLICATIONS FOR APPLIED ENTOMOLOGY……..……...18
2.1 A BIBLIOMETRIC SURVEY OF SCIENTIFIC OUTPUT ON MESEMBRINELLIDAE.……...19
2.1.1 Objectives and methodological procedure.……...19
2.1.2 Bibliometric results.……21
2.2 STATE OF THE ART ON MESEMBRINELLIDAE.……23
2.3 BIOGEOGRAPHY.……..27
2.4 BIONOMICS, ECOLOGY, REPRODUCTION AND BEHAVIOUR.……32
2.4.1 Bionomics, reproduction and behavior……..32
2.4.2 Feeding habits and sampling techniques……..33
2.5 POTENTIAL OF MESEMBRINELLIDAE IN APPLIED ENTOMOLOGY……....38
2.6 CONCLUSIONS……..41
3. EFEITO DE BORDA, PREFERÊNCIA ALIMENTAR E ESTRUTURA REPRODUTIVA DE POPULAÇÕES DE *MESEMBRINELLA BICOLOR* (DIPTERA: MESEMBRINELLIDAE) EM UM FRAGMENTO PERIURBANO DE MATA ATLÂNTICA..... 43
3.1 INTRODUÇÃO.....43
3.2 METODOLOGIA.....46
3.2.1 Área de estudo.....46
3.2.2 Desenho experimental e método de coleta.....49

3.2.3 Estágio reprodutivo.....51
3.2.4 Análises ecológicas e estatísticas.....52
3.3 RESULTADOS.....53
3.3.1 Composição das assembleias e caracterização dos fatores abióticos.....53
3.3.2 Efeito de borda sobre a abundância de *Mesembrinella bicolor*.....57
3.3.3 Avaliação do grau de necrofagia de *Mesembrinella bicolor*.....58
3.3.4 Estrutura reprodutiva de *Mesembrinella bicolor*.....59
3.4 DISCUSSÃO.....61
3.4.1 Efeito de borda.....61
3.4.2 Preferência alimentar e estrutura reprodutiva.....63
3.5 CONCLUSÕES.....66
REFERÊNCIAS.....67
APÊNDICE A - KEYWORDS ASSOCIATED WITH BOOLEAN OPERATORS, USED TO RESEARCH IN WEB OF SCIENCE AND GOOGLE SCHOLAR AND QUANTITATIVE RESULTS.....80

1 INTRODUÇÃO

1.1 A família Mesembrinellidae

Mesembrinellidae é um grupo de dípteros de distribuição exclusivamente neotropical, sendo bem adaptado às condições climáticas e ambientais da região (Moll, 2014). A família já foi coletada em 20 países, abrangendo México, América Central e América do Sul. É encontrada principalmente no interior de florestas úmidas, como a Amazônia e Mata Atlântica, sendo encontrada em abundância muito menor em áreas abertas e ecótonos (Guimarães, 1977; Gadelha et al., 2009; Esposito et al., 2010; Sousa et al., 2021). A sub-região brasileira abriga 81% das espécies de Mesembrinellidae, sendo o domínio Pacífico considerado a região ancestral, já que possui a maior diversidade registrada: 45% das espécies (Moll, 2014). *Mesembrinella bicolor*, objeto de estudo do capítulo 2, possui distribuição abrangente, do México à Argentina, ocorrendo não somente em florestas, mas também em campo (Souza et al., 2016).

Atualmente, Mesembrinellidae conta com 53 espécies, agrupadas em três gêneros: *Laneella, Souzalopesiella* e *Mesembrinella,* sendo este último separado em seis grupos de espécies (Whitworth & Yusseff-Vanegas, 2019). Para a fauna brasileira são indicadas 18 espécies. Mesembrinellidae sofreu diversas mudanças taxonômicas nos últimos 50 anos. O primeiro gênero descrito foi *Mesembrinella* Giglio-Tos 1893, sendo posteriormente alocado na subfamília Mesembrinellinae, Calliphoridae (Hall, 1948). Guimarães (1977) produziu então um trabalho completo sobre este grupo e propôs uma nova classificação como família, ainda pertencente à Oestroidea, devido à diversas características morfológicas divergentes das observadas em califorídeos. Essa classificação tem sido comprovada através de análises filogenéticas com base molecular, demonstrando inclusive uma familiaridade de Mesembrinellidae com Oestridae, Tachinidae e Ulurumyiidae (Whinkler et al., 2015; Junqueira et al., 2016; Kutty et al., 2019).

Os mesembrinelídeos adultos se alimentam de matéria orgânica decomposta; seu aparelho bucal é adaptado para coletar alimento mole ou semilíquido, incluindo microorganismos (Guimarães, 1977). Sabe-se que esta família possui atratividade por fezes (D'Almeida, 1983), substratos animais (Ferraz et al., 2009; Esposito et al., 2010; Ururahy-Rodrigues et al., 2013) e vegetais (D'Almeida, 1983; Queiroz et al., 2021;

Viana-Junior et al., 2021) em decomposição, além de serem observados em seiva de árvores e flores (Boff et al., 2006; Amat & Medina, 2020). Já sobre a alimentação e desenvolvimento de imaturos, pouco se sabe. Larvas e pupas de algumas espécies já foram coletadas em carcaça de rato e carcaça de porco, mas em baixíssima abundância (Carmo et al., 2017; Carvalho et al., 2017; Azevedo et al., 2018; Cruz & Vasconcelos, 2006). As fêmeas de Mesembrinellidae possuem hábito vivíparo adenotrófico, ou seja, o ovo possui todos os nutrientes necessários, e também pseudoplacentário, onde a fêmea nutre os imaturos no útero até praticamente o fim da fase larval (Meier et al., 1999). Com isso, uma macrolarva é posta em fase de pré-pupa e praticamente não se alimenta (Meier et al., 1999). Este é um hábito reprodutivo singular, que ocorre em apenas outros dois grupos de dípteros, ambos hematófagos (Meier et al., 1999; Benoit et al., 2014). Quanto ao comportamento de cópula, ciclo de vida e estágios de desenvolvimento, não se tem informação.

A imprecisão sobre o comportamento necrófago de Mesembrinellidae é principalmente devido à falta de trabalhos voltados para o táxon, sendo um registro colateral. Muitos estudos classificam Mesembrinellidae como um táxon importante na Entomologia Forense, quando na realidade adultos e imaturos nunca foram coletados em cadáveres humanos (Carvalho et al., 2000). Há registros do táxon em carcaças de animais, o que confirma seu hábito necrófago, mas não seu uso na Medicina-Legal. Muita desta desinformação pode ser devido à mudança taxonômica de Mesembrinellidae, anteriormente classificada como Calliphoridae, um táxon de forte colonização cadavérica.

Por outro lado, mesembrinelídeos possuem um hábito fortemente assinantrópico, ou seja, não possuem afinidade com ambientes antropizados (Nuorteva, 1973; D'Almeida, 1983). Com isso, são registrados apenas em ambientes de mata que não possuam fluxo grande de pessoas ou presença de lixo e desmatamento. Quando coletados em regiões de bordas e ecótonos, são sempre em baixa abundância (Ferraz et al., 2009; Gadelha et al., 2009; Sousa et al., 2021). São, portanto, potenciais bioindicadores de qualidade ambiental, sendo algumas espécies já avaliadas para tal uso em determinados ambientes florestais, como *M. bellardiana, M. bicolor* e *L. nigripes* (Gadelha et al., 2015; Sousa et al., 2016; Luz et al., 2020; Souza et al., 2021).

Diante destas informações, buscamos analisar a associação com substratos efêmeros e a dinâmica de colonização espacial de Mesembrinellidae. Estes dados

possibilitarão a criação de um modelo pioneiro para a análise de necrofagia em caliptrados, ao abordar integralmente aspectos taxonômicos, ecológicos e etológicos. Logo, este trabalho propõe entender a importância de Mesembrinellidae para a biodiversidade local, assim como sua potencial contribuição para a Perícia Ambiental e Entomologia Forense.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Capítulo 1: State of the Art on Mesembrinellidae (Diptera): Diversity, sampling strategies and implications for Applied

Objetivo geral:
Apresentar o estado da arte do táxon, incorporando uma perspectiva histórica desde sua descrição original até as abordagens mais recentes, identificando as tendências e lacunas mais evidentes.

Objetivos específicos:
i) Analisar o padrão de publicação e foco dos estudos sobre Mesembrinellidae.
ii) Investigar mudanças na filogenia de Mesmbrinellidae.
iii) Verificar regiões biogeográficas e países com maior riqueza de espécies de Mesembrinellidae.
iv) Verificar aspectos da bionomia, reprodução e ecologia já observados em Mesembrinellidae.
v) Identificar padrões alimentares de adultos e imaturos e técnicas de amostragens utilizadas para sua captura.
vi) Inferir sobre o potencial dos mesembrinelídeos na Entomologia Aplicada.

1.2.2 Capítulo 2: Efeito de borda, preferência alimentar e estrutura reprodutiva de populações de *Mesembrinella bicolor* (Diptera: Mesembrinellidae) em um fragmento periurbano de Mata Atlântica

Objetivo geral:
Investigar o comportamento alimentar e o efeito de borda em espécies de Mesembrinellidae em um fragmento de Mata Atlântica.

Objetivos específicos:

i) Ampliar o registro de ocorrência de Mesembrinellidae para a Região Nordeste;

ii) Elucidar o grau de necrofagia de *M. bicolor;*

iii) Analisar o padrão de sinantropia de *M. bicolor* em um fragmento de mata;

iv) Investigar variações nos aspectos reprodutivos e razão sexual das populações;

v) Categorizar o estágio reprodutivo das fêmeas em relação a substratos e áreas da mata.

1.3 Organização do Trabalho

Esta dissertação foi organizada em três partes: Introdução e objetivos; Capítulo 1 e Capítulo 2. O capítulo um traz uma revisão bibliográfica e bibliométrica sobre o estado da arte de Mesembrinellidae, contextualizando sua taxonomia, distribuição biogeográfica, bionomia e técnicas de coleta do táxon e suas espécies. Já no capítulo dois, apresento o experimento realizado no Refúgio de Vida Silvestre Mata do Curado (Recife, Pernambuco), um fragmento urbano de Mata Atlântica com 50 anos de regeneração, para investigar aspectos da biologia e ecologia de *M. bicolor*.

2 CAPÍTULO 1: STATE OF THE ART ON MESEMBRINELLIDAE (DIPTERA): DIVERSITY, SAMPLING STRATEGIES AND IMPLICATIONS FOR APPLIED ENTOMOLOGY

Nota: *Este artigo será submetido para o periódico científico* Studies on Neotropical Fauna and Environment*, o qual possui percentil de 50% e CiteScore de 1,7. Entretanto, aqui foram utilizadas as regras de formatação da ABNT para melhor leitura. O resumo foi suprimido para evitar repetições com o resumo da dissertação.*

The extraordinary diversity of Diptera is reflected in the remarkable variety of feeding habits, reproductive strategies and ecological interactions. Diptera is one of the largest insect orders, comprising about 180 families with about 31,000 species in the Neotropical region, 1/5 of the world's diversity (Amorim et al., 2002; Carvalho et al., 2012). As such a complex group, ongoing research continually provides new insights into taxonomic classification, geographic distribution, and the assessment of its potential in applied entomology. However, species-poor families and/or those with limited geographic distribution and life cycle specificities tend to be largely ignored in basic and applied research. Mesembrinellidae illustrates the need for an in-depth characterization, since, until a few decades ago, it was considered a subfamily of the family Calliphoridae.

Mesembrinellidae is a Diptera family with an exclusively Neotropical distribution, found mainly in humid forest areas. It presents some of the most unique reproductive strategies of the Insecta: pseudoplacental unilarviparity, which means that a larva hatches inside the uterus and is nourished by the female's secretions, which in mesembrinellids is produced by spermatheca (Meier, 1999). Feeding information, although scarce, indicates that the taxon is evolving from a saprophagous to an apparently restricted diet and its mouthparts are adapted to collect soft or semi-liquid foods, including microorganisms (Guimarães, 1977).

Adults of Mesembrinellidae have been collected from various plant (Queiroz, 2017) and animal resources (Ferraz et al.., 2010; Gadelha et al.., 2015; Sousa et al.., 2015; Vasconcelos & Araújo, 2012) (Tables 2 and 3). So far, there is some uncertainty about the degree of necrophagy of the taxon. In fact, collection of adult flies is mentioned in several works related to Forensic Entomology, but its presence and relevance to experiments are little discussed.

As the number of field inventories focused on Diptera species with forensic relevance has increased in recent years (Lei et al., 2019; Whitworth & Yusseff-Vanegas, 2019; Guimarães et al.., 2022), the record of Mesembrinellidae species associated with carcasses seems to strengthen the assumption that the taxon may be relevant in Forensic Entomology, that is, its use as entomological evidence in criminal investigations, mainly in the estimation of the post-mortem interval (PMI). However, scarce data on ecology, bionomy and geographic distribution have made it difficult to accurately assess the relevance of Mesembrinellidae in applied entomology. Debatable references to mesembrinellids, in terms of their taxonomic classification as a family or their usefulness in Forensic Entomology, further complicate the taxon's understanding and its association with carrion.

From this controversial point of view, we aimed to present an updated review of the taxon, incorporating a historical perspective from its original description to the most recent approaches, with an emphasis on sampling methods and techniques. We also propose a discussion about the potential of mesembrinellids in Applied Entomology. Finally, we present a state of the art of the research conducted worldwide on Mesembrinellidae, identifying the most evident trends and gaps.

2.1 A BIBLIOMETRIC SURVEY OF SCIENTIFIC OUTPUT ON MESEMBRINELLIDAE

2.1.1 Objectives and methodological procedure

We performed an integrative literature review in order to provide a commented synthesis of current knowledge regarding the biology of Mesembrinellidae and its association with Applied Entomology.

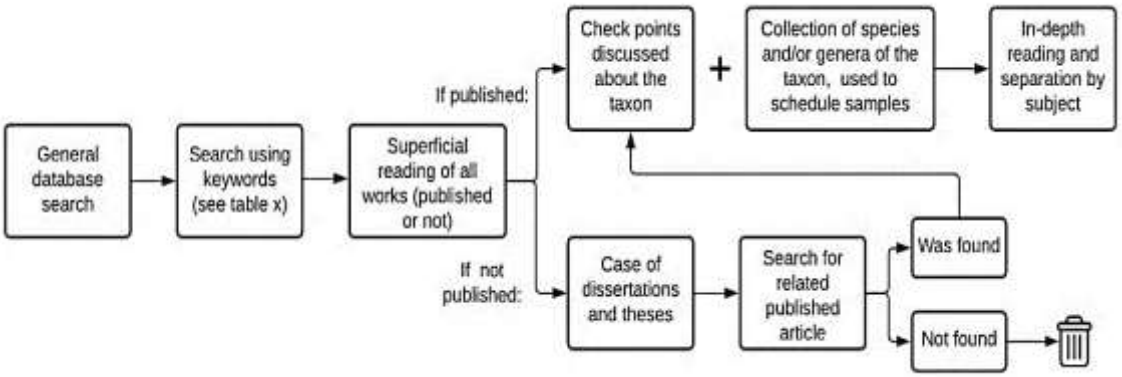
The information provided in this review is based on a selection of studies available, using platforms such as Web of Science, PubMed, Google Schoolar, WorldCat, Scientific Electronic Library Online (SciELO) and Periódicos CAPES (a Brazilian catalogue with access to more than 15,000 journals). The time fra

me for the review and bibliometric survey was from 1965 to June 2022. Some works prior to this were used only to contextualize the taxon.

Several keywords were used combined with Mesembrinellidae or Mesembrinellinae, together with the Boolean operators AND/NOT. The most useful

databases were Scholar, for articles in general that cite the taxon, and Web of Science for data sets (gbif) and articles citing genera and species. In the case of the Scholar database, citations were not included and the results of images were not considered in the Web of Science. Articles on Calliphoridae that cited species of Mesembrinellidae were also scrutinized, as this is often classified as one of its subfamilies. (Apêncice A).

Figure 1 - Flowchart explaining research methodology for the bibliometric review.



For the search and reading, publications, dissertations and theses that cite Mesembrinellidae were considered. For data discussion, we prioritized articles published in scientific journals (with pair-review) (Figure 1). After in-depth reading, we aimed to characterize the main topic/approach of the article, and for that, we determined broad categories, such as: 1) Taxonomy: descriptions of species, genera and higher classifications; 2) Phylogeny: morphological characters and genetic; 3) Checklists and faunal inventories; 4) Applied Entomology: potential as bioindicator and as a scavenger insect with importance for legal-medicine; 5) Ecology: bionomy, synanthropy and species relationship with distribution, biotic and abiotic factors.

Outras variáveis observadas nos artigos foram: local de origem (país e/ou estado, considerando todos os autores), ano de publicação, classificação de Mesembrinellidae (família ou subfamília)

For better understanding, all species are in accordance with the work of Whitworth & Yusseff-Vanegas (2019), the most up-to-date and complete taxonomic review.

2.1.2 Bibliometric results

We retrieved 108 articles related to Mesembrinellidae published from 1965 until June/2022, which were available in electronic version. All analyses took into consideration only published articles. The main topics of the articles were as follows: 1) Taxonomy (15.9%); 2) Phylogeny (15.9%); 3) Checklists and faunal inventories (15.9%); 4) Ecology (30.0%) 5) Applied Entomology (22.3%).

The number of articles published on Mesembrinellidae has increased markedly since 2006 (Figure 2). The taxon has gained greater attention in the last 15 years, through faunal inventories (Esposito et al., 2010; Buitrago et al., 2011; Luiz et al., 2012; Vasconcelos & Araujo, 2012; Kosmann et al., 2013, 2017; Barbosa et al., 2014; Wolff & Kosmann, 2016; Velásquez et al., 2017; Figueiredo et al., 2018) and species descriptions (Bonatto & Marinoni, 2005; Wolff et al., 2013, 2013a, 2013b, 2014, 2017; Solano et al., 2013; Caetano et al., 2018; Whitworth & Yusseff-Vanegas, 2019) mainly from Brazil, Colombia and Argentina.

The works published by scientists based in South America countries focus mainly on the areas of taxonomy and ecology, while researchers from other countries appear as partners in phylogenetic and molecular analyses, besides to providing material from scientific collections (e.g., university museums) (Figure 3). In Brazil, nearly all articles originated from public universities, especially those located in research centres in south-eastern. However, a recent article (Guimarães et al., 2022) shows that scientific output on sarcosaprophagous Diptera is experiencing a steady increase in many Brazilian states (Figure 4).

Although the structuring of the taxonomy of the superfamily Oestroidea has been taking place since the beginning of the 20th century, the debate about the Mesembrinellidae classification continues nowadays (Figure 2). The most recent studies indicate 53 living species, classified into groups in the genera *Mesembrinella*, *Laneella* and *Souzalopesiella*, in addition to an extinct species *M. caenozoica* (Whitworth & Yusseff-Vanegas, 2019; Moll, 2014; Cerretti et al., 2017).

Figure 2 – Number of publications citing Mesembrinellidae, by quinquennium and by taxonomic classification used.

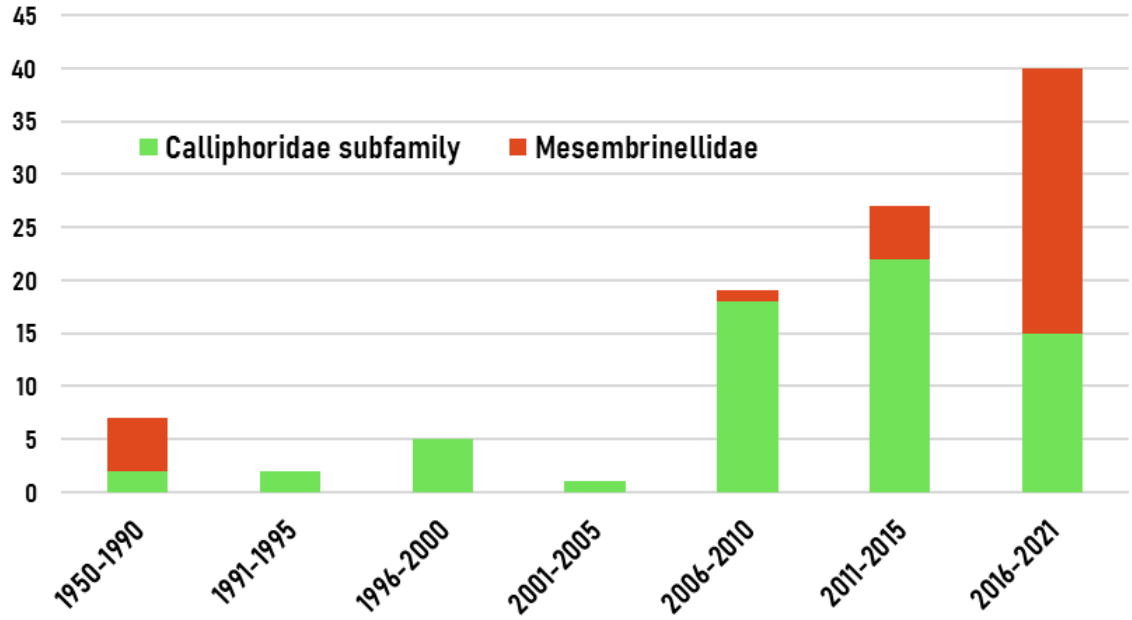


Figure 3 – Number of publications citing Mesembrinellidae, by country.

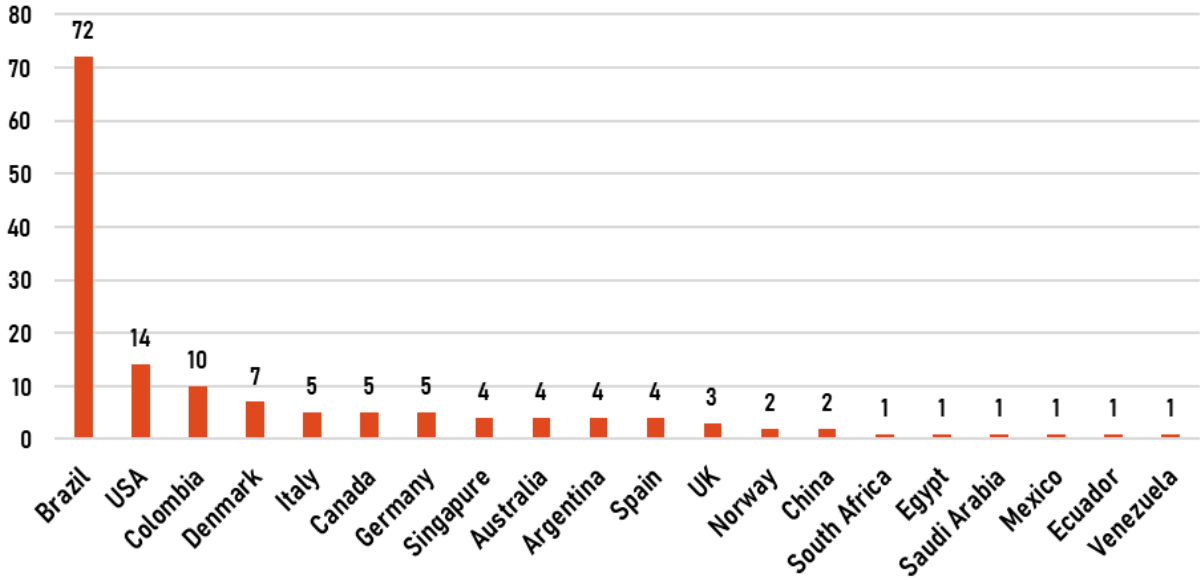
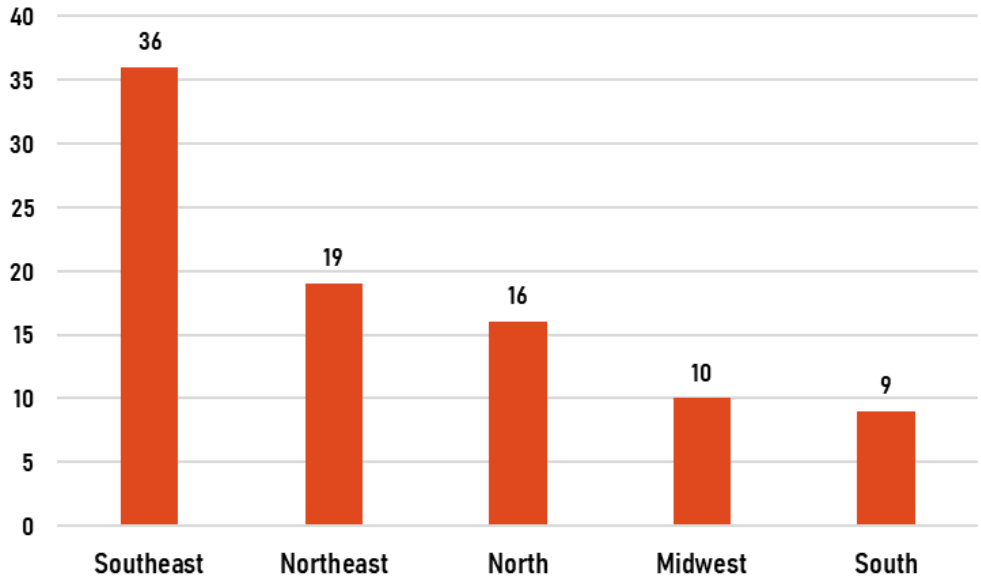


Figure 4 – Number of publications citing Mesembrinellidae in the five Brazilian regions.



2.2 STATE OF THE ART ON MESEMBRINELLIDAE

The taxon Mesembrinellidae was originally described by Giglio-Tos (1893), who proposed the genus *Mesembrinella,* which was then classified as Muscidae Testaceae by Surcouf (1919). Until the publication of Guimarães (1977) work, the taxon received several taxonomic classifications, mostly as Calliphoridae subfamily. In fact, even in recent articles published in Taxonomy journals, Mesembrinellidae species are listed as belonging to Calliphoridae (Borkent et al., 2018).

However, according to Junqueira et al. (2018), the differentiation between Mesembrinellidae and Calliphoridae occurred in the Eocene, while the diversification of Calliphoridae occurred in the Miocene, 10-15 million years later. Hall (1948, apud Guimarães, 1977) pointed out that, morphologically, Mesembrinellidae differs from Calliphoridae due to the reniform metathoracic spiracle, the long and sclerotized spermatheca, the female's abdomen not forming an ovipositor and the M alar vein shaped as a uniform curve, but the author maintained the Calliphoridae classification due to the similarity in the male genitalia of species of both families. Guimarães (1977) pointed out the same divergences, but decided that Mesembrinellidae was anomalous enough to be considered a unique family and made a taxonomic revision. That suggestion was not universally accepted at the time.

In the 1990's, Pape (1992) performed a phylogenetic analysis of the Family Tachinidae (Diptera) based on morphological characters, pointing out the relation

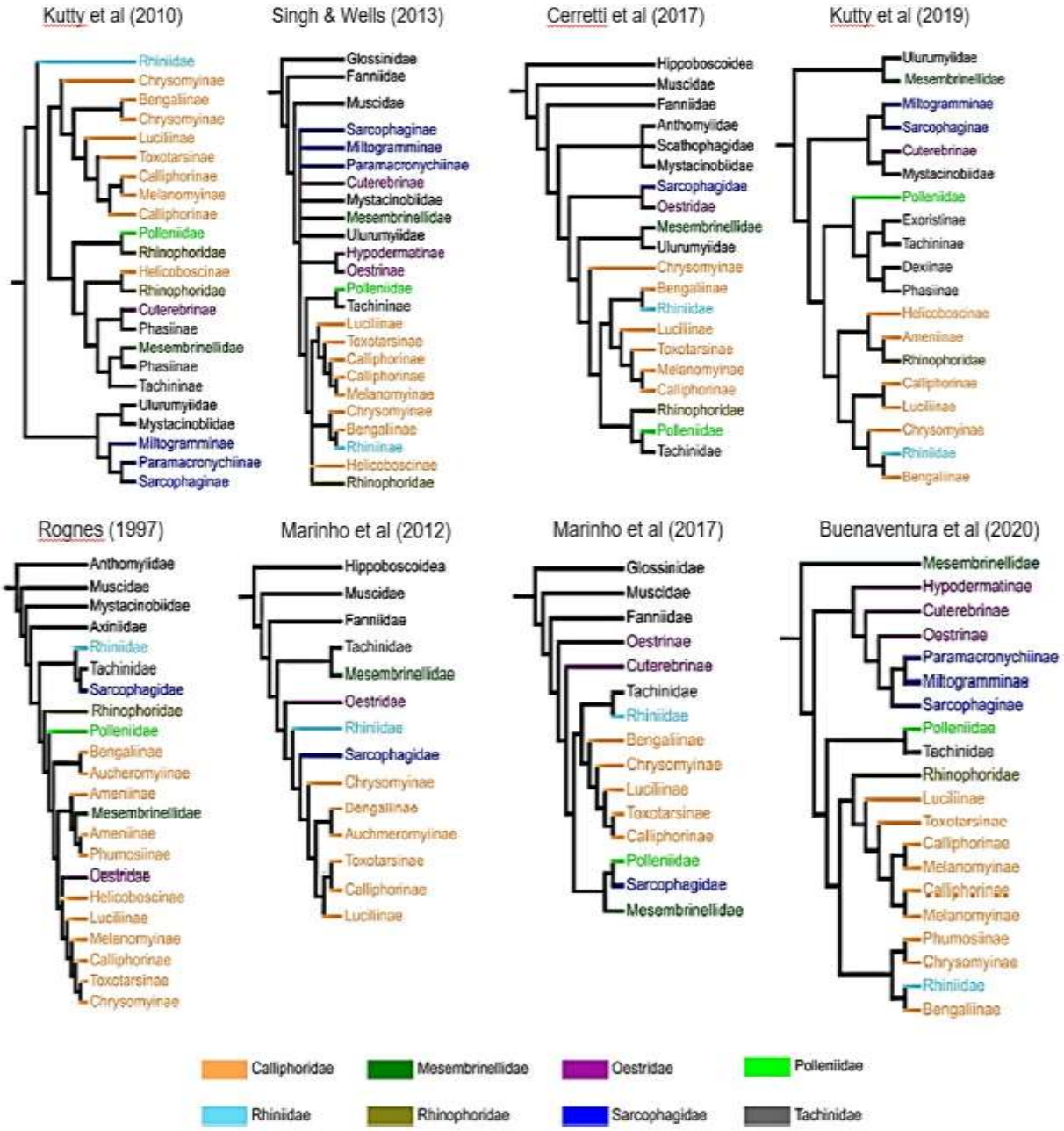
Mesembrinellinae (Calliphoridae) + Oestridae. Similarly based on morphological features, Rognes (1997) analysed relationships between Calliphoridae subfamilies, which found Mesembrinellinae closer to Ameniinae and Phumosiinae. Guimarães (1977) observed that mesembrinellids have a slightly increased post-scutellum, which also occurs in Tachinidae, Oestridae and in the subfamily Ameniinae (Calliphoridae).

Nowadays, the most reliable method for performing phylogenetic analysis is molecular biology. The genes most frequently used in these studies are from the mitochondrial DNA (12S, 16S, COI, COII, Cytb) and ribosomal DNA (ITS2, 18S, 28S, CAD), because they have low polymorphism and are well conserved despite evolving rapidly, being, therefore, ideal to reconstruct evolutionary relationships of species, genus, and even higher categories. More recent works bring the conserved elements (UCE), amino acids and nucleotide datasets and the CAD, MSC and MAC genes, which can promote phylogenomic analyses (Kutty et al., 2019; Buenaventura et al., 2021; Yan et al., 2021).

Marinho et al. (2011) confirmed the classification of Mesembrinellidae as a different family, separated of Calliphoridae, while Marinho et al. (2017) confirmed the family's monophyly. The relatedness of Mesembrinellidae and Tachinidae as sister groups was verified using mitochondrial and ribosomal DNA (Kutty et al., 2010; Marinho et al., 2012; Junqueira et al., 2016). Otherwise, Whinkler et al. (2015), using COI e 28S genes, found Mesembrinellidae close to Oestridae. (Figura 1).

More recently, phylogenetic analyses covering all Calyptrates, including the new family Ulurumyiidae (McAlpine's fly) (Michelsen & Pape, 2017), place Mesembrinellidae as sister to the new taxon (Singh & Wells, 2013; Cerretti et al., 2017; Michelsen & Pape, 2017; Kutty et al., 2019; Stireman et al., 2019; Yan et al., 2021). The most robust work available is from Kutty and colaborators (2019), who performed a phylogenomic analysis based on RNA-coding genes demonstrating with strong support the clades (Oestridae (Mesembrinellidae + Ulurumyiidae). (Figure 5).

Figure 5 – Recent cladograms representing the phylogenies of Mesembrinellidae on a molecular basis. Adapted from Yan et al. (2021).



Aspects of the history of Mesembrinellidae taxonomy are available in Mello (1967), Wolff & Kossmann (2016) and Whitworth & Yusseff-Vanegas (2019).

Regarding the richness of the taxon, Guimarães (1977) proposed 30 species, describing two new genera, and designated three subfamilies, based mainly on the shape of the sternites (shape and disposition of macrochaetae), larvae labial sclerites (long/robust, narrow/spathulate) and females spermatheca (cylindrical, filiform or drop-shaped capsule). The subfamily Laneellinae, the most primitive group of

Mesembrinellidae, including only the genus *Laneella*; Mesembrinellinae, the most recent, which comprehend the genera *Albuquerquea, Eumesembrinella, Huascaromusca, Thompsoniella* and *Mesembrinella*; and Souzalopesiellinae, with the species *Souzalopesiella facialis*. This classification is still accepted, although recent work has converted subfamilies into species groups, as seen earlier.

Toma and Carvalho (1995) analysed the relationships between Mesembrinellidae genera based on morphological characters, which was verified with molecular phylogeny by Marinho et al. (2017), demonstrating three clades: (*Laneella* + *Mesembrinella patriciae*), (*Mesembrinella* (excluding *M. patriciae*) + *Eumesembrinella*) and (*Huascaromusca* + *Giovanella*). Koroiva et al. (2018) observed that *M. bellardiana* has intraspecific genetic divergences, which could mean the existence of subspecies or more than one species grouped into one.

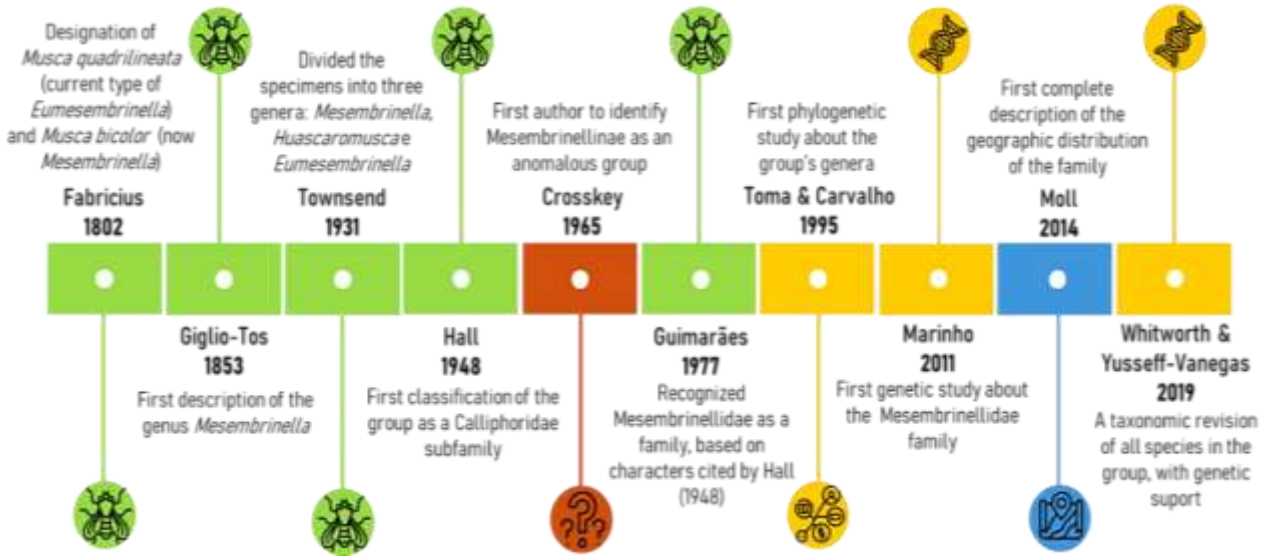
In a literature review on Neotropical Calliphoridae species, Kosmann et al. (2013) validated 33 species of Mesembrinellidae. A comprehensive analysis of morphological characters performed by Moll (2014) confirmed 35 valid species of Mesembrinellidae and denoted groupings of species supported by molecular/genetic data. Furthermore, the author corroborated the family as a monophyletic group due to three synapomorphies: reniform metathoracic spiracle, surstyle fused to epandrium and sternite 8 absent in females.

The classification of Mesembrinellidae species and genera has been the subject of a thorough review by Whitworth & Yusseff-Vanegas (2019), which listed 53 valid species (Table 1). The authors affirm that some recently described species cannot be morphologically differentiable, being necessary genetic analysis with the COI gene. The family was organized into three genera: *Laneella* (six species), *Souzalopesiella* (one species) and *Mesembrinella* (46 species). The latter had its species organized into groups according to previous genus classifications. The group *M. bolivar* (= *Giovanella*) comprises four species; the group *M. spicata* (= *Henriquella*), three species; the group *M. aeneiventris* (= *Huascaromusca*), 13 species; group *M. latifrons* (= *Albuquerquea*), only one species; group *M. anomala* (=*Thompsoniella*), two species; and the *M. bicolor* group, comprising 22 species of *Mesembrinella*, *Eumesembrinella* and *Huascaromusca*.

Based on the contributions of taxonomists, molecular biologists and other entomologists since the first description of the taxon, we can historically trace

landmarks in the consolidation of the current taxonomic position of Mesembrinellidae (Figure 6).

Figure 6 - Flowchart demonstrating key points in the Mesembrinellidae history (1802-2019).



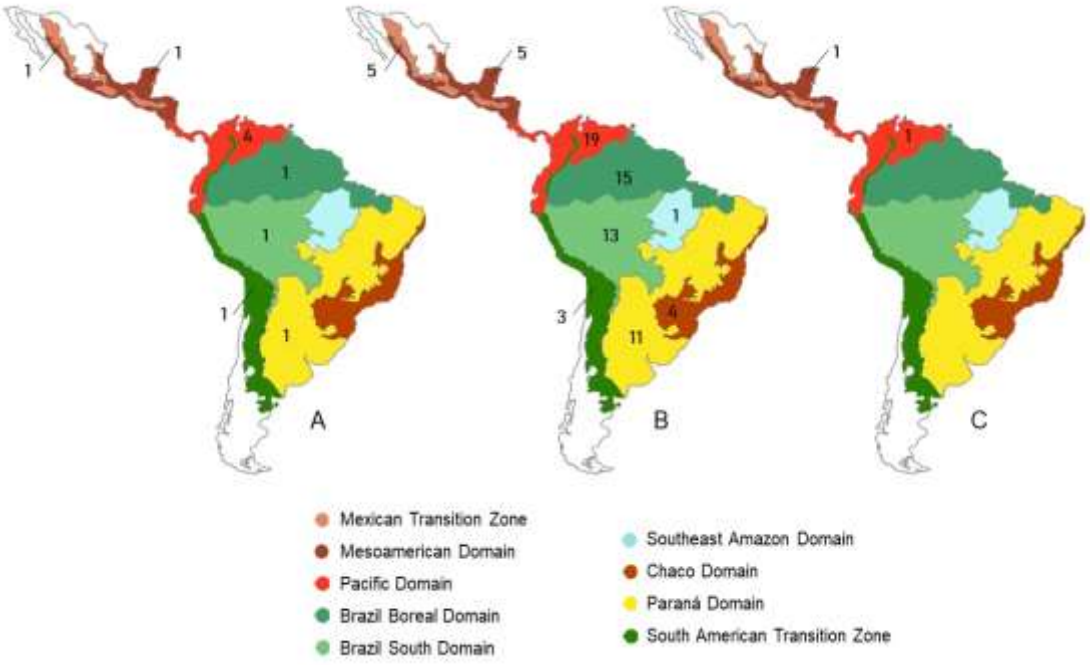
2.3 BIOGEOGRAPHY

The Neotropical region has a substantial ecological importance due to its high biodiversity (including several hotspots) and specific geoclimatic characteristics. It comprises most of Central and South America. It is limited to the north by the Mexican Transition Zone and to the south by the South American Transition Zone in Argentina, not including the Andes (Morrone, 2006, 2014). Morrone (2006, 2014) designated two neotropical sub-regions, as follows: a) Brazilian: which extends from central Mexico to north-western South America, including continental Central America, composed of the Mesoamerican, Pacific, Boreal Brazil and South Brazil domains, with the phytophysionomy largely constituted by the Amazon Forest; and b) Chaco: composed of the Southeast Amazon, Chaco and Paraná, composed of a mosaic of environments.

Mesembrinellidae species are distributed in the continental countries of the neotropics. Approximately 81% of the species are registered in the Brazilian Sub-Region domains. The Pacific domain is considered the main ancestral area for the evolution of the taxon and harbours the highest biodiversity (45% of species) (Moll, 2014). The Chaco Sub-Region shelters *ca.* 23% of the species, covering parts of Paraguay, Uruguay and much of Brazil, including areas in the Amazon, Caatinga,

Cerrado, Pampa, Atlantic Forest, Araucaria Forest and Chaco biomes. The species most frequently sampled in Brazilian studies are *Mesembrinella purpurata, M. bicolor, M. bellardiana, M. benoisti, M. quadrilineata, M. randa and M. semihyalina*. Transition Zones totalize 17% of the Mesembrinellidae diversity (Table 1 and Figure 7).

Figure 7 – Richness of Mesembrinellidae by biogeographic domain. A- Laneellinae; B- Mesembrinellinae; C- Souzalopesiellinae.



A fossil of *M. caenozoica* was found in amber in the Dominican Republic; however, all the family species became extinct in the Caribbean (Cerretti et al., 2017). This may have been due to paleoenvironmental changes on the islands or to Plio-Pleistocene cooling. Based on Whitworth & Yusseff-Vanegas (2019) review and other ecological studies that mention the mesembrinellids, we designed Table 1, in which it is possible to observe the geographic distribution of the species in the domains stipulated by Morrone (2006, 2014).

Mesembrinellids have already been recorded in 20 of the 28 countries of Central and South America and also in Mexico (Figure 8). The present review shows that the countries with the highest richness of Mesembrinellidae recorded so far are Colombia, Brazil and Ecuador. On the other hand, several other countries have low or no observed occurrences. In the case of Argentina, Uruguay and Chile, this is expected given that the climate is colder and most of the territory of these countries is below the

southern transition zone. However, in the case of countries such as Panama, Nicaragua and Honduras, located between countries with high richness (Costa Rica and Colombia), the low number of records may reflect the absence of research groups.

Figure 8 – Number of species registered by country of continental Latin America.

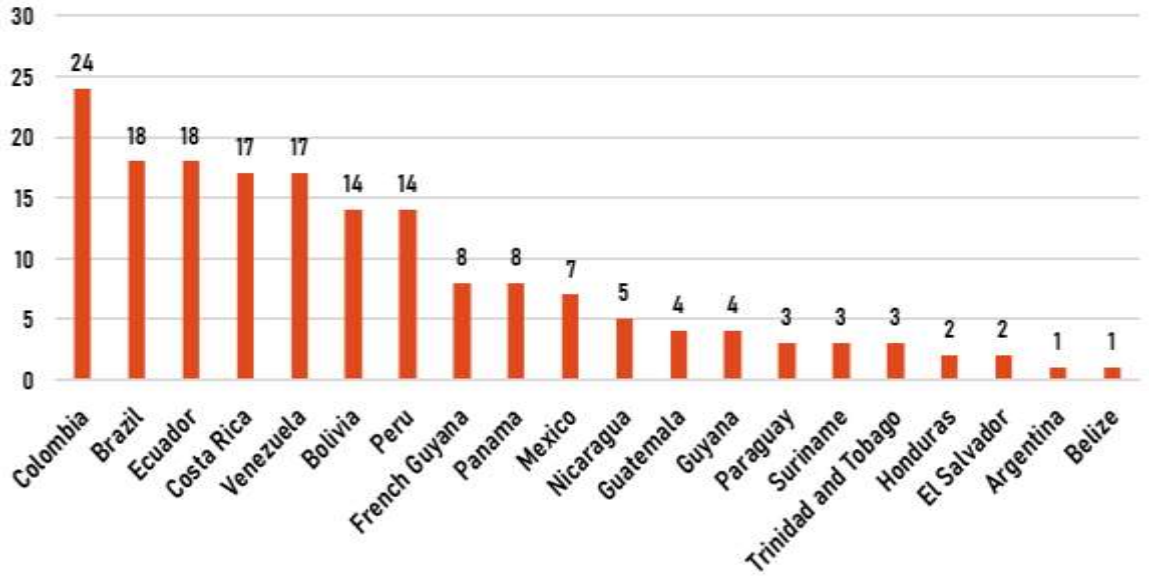


Table 1 – Mesembrinellidae species by Neotropical regions (Morrone, 2014). 1- Laneellinae; 2-7 Mesembrinellinae group-species (by Whitworth & Yusseff-Vanegas, 2019); 8- Souzalopesiellinae; L.- *Laneella*. M.- *Mesembrinella*. S.- *Souzalopesiella*; MTZ- Mexican Transition Zone; MED- Mesoamerican Domain; PAD- Pacific Domain; BBD- Brazil Boreal Domain; BSD- Brazil South Domain; SAD- Southeast Amazon Domain; CHD- Chaco Domain; PRD- Paraná Domain; STZ- South American Transition Zone.

			Brazilian Sub-region				Chaco Sub-region				
Group	**Species**	**MTZ**	**MED**	**PAD**	**BBD**	**BSD**	**SAD**	**CHD**	**PRD**	**STZ**	**Author**
1	*L. fusconitida* Whitworth, 2019		x	x						x	42
	L. fuscosquamata Whitworth, 2019	x									42,46
	L. nigripes Guimarães, 1977								x		3,4,7,13,15,16,17,18,19,25,26,29,42,54
	L. patriciae (Wolff, 2013)			x							44
	L. perisi (Mariluis, 1987)			x	x	x					42,47,48
	L. purpurea Whitworth, 2019			x							42
2	*M. latifrons* (Mello, 1967)								x		42
3	*M. guaramacalensis* Whitworth, 2019			x							42
	M. mexicana Whitworth, 2019	x									42,46
	M. spicata Aldritch, 1925	x	x	x							42,46
4	*M. bolivar* (Bonatto, 2005)				x						42
	M. carvalhoi (Wolff, Ramos-Pastrana & Pujol-Luz, 2013)			x	x						43
	M. epandrioaurantia Whitworth, 2019			x							42
	M. woodorum Whitworth, 2019									x	42
5	*M. aeneiventris* (Wiedemann, 1830)								x		3,13,15,16,17,19,42
	M. bequaerti Séguy, 1925										21,42
	M. cordillera (Wolff & Ramos-Pastrana, 2017)			x	x						45
	M. decrepita Séguy, 1925			x							42
	M. lara (Bonatto, 2005)			x							42
	M. nigrocoerulea Whitworth, 2019			x							42
	M. obscura (Wolff, 2017)			x							45
	M. purpurata Aldritch, 1922					x			x		3,7,13,15,16,17,18,42
	M. semiflava Aldritch, 1925			x							42
	M. uniseta Aldritch, 1925			x							42
	M. violacea Whitworth, 2019			x							42
	M. vogelsangi (Mello, 1967)			x							42,57
	M. xanthorrhina (Bigot, 1887)	x									42,46
	M. zurquiensis Whitworth, 2019			x							42
	M. bicolor (Fabricius, 1805)	x	x	x	x	x		x	x		2,5,6,8,9,10,14,15,16,17,27,30,32-38, 42,47,48,49,50,54,56,57

6	*M. apollinaris* Séguy, 1925			x							42,46
	M. batesi Aldritch, 1922				x	x					1,2,14,32,33,36,42.47,48
	M. bellardiana Aldritch, 1922				x	x	x	x	x		2,3,4,7,8,10-21,23,24,28,29,33,34,39, 40,41,42,47,48,51,52,53,54,55
	M. benoisti (Séguy, 1925)				x	x			x		2,16,16,17,19,40,42
	M. brunnipes Surcouf, 1919					x					42
	M. bullata Whitworth, 2019					x					42
	M. chantryi Whitworth, 2019				x						42
	M. currani Guimarães, 1977				x	x				x	42
	M. cyaneicincta (Surcouf, 1919)								x		15,16,17,19,25,26,29,42
	M. flavicrura Aldritch, 1925			x							42
	M. longicercus Whitworth, 2019					x					42
	M. peregrina Aldrich, 1922							x	x		3,4,7,13,19,22,31,39,42
	M. pictipennis Aldrich, 1922				x	x					42
	M. quadrilineata (Fabricius, 1805)				x	x			x		2,7,14,15,16,17,33,42,47,48
	M. randa (Walker, 1849)				x	x		x	x	x	1,14,15,16,17,33,34,42,47,48
	M. semihyalina Mello, 1967					x			x		8,15,16,17,42
	M. serrata Whitworth, 2019					x					42
	M. socors (Walker, 1861)	x		x							42,46
	M. townsendi Guimarães, 1977					x					42
	M. umbrosa Aldritch, 1922			x	x	x					6,42,57
	M. velasquezae Whitworth, 2019		x								42
7	*M. anomala* (Guimarães, 1977)		x								42
	M. andina (Wolff, Bonatto & Carvalho, 2014)		x								42
8	*S. facialis* (Aldritch, 1922)		x	x							42

Subtitle: 1- Amat (2010); 2- Amat et al. (2016); 3- Azevedo et al. (2018); 4- Barbosa et al. (2014); 5- Boff et al. (2008); 6- Buitrago et al. (2011); 7- Cabrini et al. (2013); 8- Caetano et al. (2018); 9- Carmo & Vasconcelos (2016); 10- Carmo et al. (2017); 11- Carvalho & Linhares (2001); 12- Carvalho et al. (2000); 13- Carvalho et al. (2017); 14- Esposito et al. (2010); 15- Ferraz et al. (2009); 16- Ferraz et al. (2010a); 17- Ferraz et al. (2010b); 18- Figueiredo et al. (2018); 19- Gadelha et al. (2015); 20- Gomes et al. (2009); 21- Guimarães et al. (2008); 22- Luiz et al. (2012); 23- Mariluis et al. (1990); 24- Marinho et al. (2006); 25- Mello et al. (2007); 26- Mello et al. (2009); 27- Oliveira et al. (2016); 28- Pamponet et al. (2019); 29- Ribeiro et al. (2015); 30- Soares & Vasconcelos (2016); 31- Souza & Zuben (2012); 32- Sousa et al. (2011); 33- Sousa et al. (2010); 34- Sousa et al. (2014a); 35- Sousa et al. (2014b); 36- Sousa et al. (2015); 37- Souza et al. (2016); 38- Sousa et al. (2016); 39- Tavares & Linhares (2006); 40- Ururahy-Rodrigues et al. (2013); 41- Vasconcelos et al. (2015); 42- Whitworth & Yusseff-Vanegas (2019); 43- Wolff (2013); 44- Wolff & Kosmann (2016); 45- Wolff et al. (2017); 46- Jaume-Schinkel, 2021; 47- Viana-Junior et al. (2021); 48- Queiroz et al. (2021); 49-Sousa et al. (2020); 50-Vasconcelos et al. (2013); 51- Cruz et al. (2021); 52- Vargas (2020); 53- D'Almeida (1983); 54- Sousa et al. (2021); 55- Cruz & Vasconcelos (2006); 56 – Sousa et al. (2021); 57- Borkent et al. (2018).

2.4 BIONOMICS, ECOLOGY, REPRODUCTION AND BEHAVIOUR

2.4.1 Bionomics, Reproduction and Behaviour

Mesembrinellidae species reproduce sexually – so far parthenogenesis has not been reported. Females have a viviparous adenotrophic habit: when the egg contains enough yolk to nourish the embryo until hatching (Guimarães, 1977; Meier et al., 1999). This adaptation allows for less energy expenditure, reduction of parasites and predators, longer time to search for the ideal place for the offspring and increase in survival rate (Guimarães, 1977). Also, mesembrinellids nourish one larva at a time (Meier et al., 1999).

Behavioural aspects related to court and copula are unknown. Tavares (2003) analysed the stages of ovarian development of *M. bellardiana* and *M. peregrina* collected on pig carcasses and proposed four ovarian development stages: i) pre-vitellogenic, ii) vitellogenic, iii) mature and iv) post-oviposition, and the results indicate that both species used the carcass as a nutritive source. Gravid females are shown to release one macrolarva at a time (Meier et al., 1999), which was observed to be released at the end of the first (Guimarães, 1977) and second instars (Mello, 1967), completing its development externally. Carmo et al. (2017) observed the development of *M. bicolor*, whose pupae took about 11 days to emerge, in rat carcass, but the bionomic data of the other Mesembrinellidae species are scant.

In relation to abiotic factors, the abundance of *M. cyaneicincta* populations was shown to have a positive correlation with temperature, whilst a negative one was related for *M. semihyalina* (Azevedo et al., 2018; Ururahy-Rodrigues et al., 2013). *L. nigripes and M. bellardiana* is more related to cool and mild climates, while *M. peregrina* prefers warm and mild seasons (Carvalho et al., 2017; Mello et al., 2007; Souza & Zuben, 2012; Tavares & Linhares, 2006).

Field samplings reveal a higher attraction of the females to decomposing animal substrates. A marked female-biased sex ratio of adults sampled in traps was observed for *L. nigripes, M. aeneiventris*, *M. batesi, M. bellardiana, M. bicolor*, *M. cyaneicincta, M. quadrilineata*, *M. randa, M. semihyalina* (Amat et al.., 2010; Mariluis, 1990; Ribeiro et al., 2015; Ferraz et al., 2010a; Oliveira et al., 2016). Little is known of the male's nutrition habits, which are not very abundant in animal substrate. An exception is *M. benoisti*, which was observed by Ferraz et al. (2010a).

Guimarães (1977) observed that mesembrinellids usually fly close to the ground, but no quantitative assessment of vertical stratification has been performed. A preliminary study on patterns of diurnal/nocturnal flight activity performed in a rainforest fragment evidenced that most *M. bicolor* prefer to fly in the early morning and late afternoon Soares & Vasconcelos (2016). In that study, nocturnal sampling of mesembrinellids was rare, and *M. bicolor* was collected only on new moon nights.

2.4.2 Feeding habits and sampling techniques

According to Guimarães (1977), the buccopharyngeal morphology of both larvae and adult lack mouthparts specialized in predatory habit. Adults of Mesembrinellidae have been registered on faeces and on decomposing plant and animal matter (Guimarães, 1977). The latter includes sardine, pigs, rats, snails, chicken and others. Boff et al. (2008) observed adults of *M. bicolor* on the carbohydrate-rich sap gum of *Terminalia argentea* (Combretaceae). It is likely that adults feed on nectar and other plant resources (Guimarães, 1977). (Table 2).

Immatures, on the other hand, have only been recorded on animal tissue (Guimarães, 1977). Larvae and pupae of *M. bellardiana, M. bicolor, M. peregrina, M. aeneiventris* and *L. nigripes* have been sampled from rat carcasses (Azevedo et al., 2018; Carmo et al., 2017; Carvalho et al., 2017). Immatures of *Mesembrinella* sp. and *M. bellardiana* were also observed on pig carcass (Pastrana-Ramos & Wolff-Echeverry, 2011; Cruz and Vasconcelos, 2006). In the laboratory, partial development from larvae to adult of *L. nigripes* was observed in fish, beef, shellfish and human faeces substrates (Guimarães, 1977; Kano & Lopes apud Guimarães, 1977; Mello, 1969 apud Guimarães, 1977).

The sampling of mesembrinellids has been done mainly aiming at the collection of the adult, with the use of attractants (baits) of animal origin. Mesembrinellidae has been collected using a variety of techniques and methods, as well as different substrates. However, the exploitation of ephemeral resources by mesembrinellids is far from being fully elucidated. Because most field studies are aimed at other sarcosaprophagous families (e.g., Calliphoridae), empirical data on the feeding habits of both adult and larvae are missing.

Table 2 - Substrates on which Mesembrinellidae adults were collected, including animal and vegetal baits and carcasses.

Species	Baits						Carcass					Feces	Other	Auhors
	Viscera	Pig	Cow	Chicken	Fish	Banana	Pig	Fish	Rat	Guinea pig	Rabbit	Human	Sap	
L. fusconitida				x	x	x						x		46
L. fuscosquamata		x				x								46,57(squid),58
L. nigripes			x		x	x			x					3,4,7,13,16,17,18,19,22,28,29,33,46,54
L. perisi						x								46,48,55
L. purpurea				x	x									46
M. aeneiventris					x				x					3,13,16,18,22
M. batesi	x		x		x	x								1,2,15,36,40,48,55
M. bellardiana	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		2,3,4,7,8,10,11,12,13,15,16,17,18,19, 22,23,24,26,27,33,37,38,43,44,45,47,48,50,5 1,52,53,54,55,56
M. benoisti	x				x		x							2,16,17,18,22,44
M. bicolor	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	2,5,6,8,9,10,15,16,17,18,30,34,36,38,39,40,4 1,42,48,49,54,55,57
M. brunnipes			x		x	x						x		53
M. cyaneicincta					x									16,17,18,22,28,29,33
M. peregrina	x				x	x	x		x					3,4,7,13,22,25,35,42,43
M. purpurata					x	x			x					3,7,13,16,17,18,19
M. quadrilineata	x		x		x	x								2,7,15,16,17,18,36, 48,55
M. randa			x	x	x	x						X		1,15,16,17,18,36,38, 48,55
M. semihyalina					x		x				x			8,16,17,18
M. spicata						x								46
M. umbrosa				x	x									6

Subtitle: 1- Amat (2010); 2- Amat et al. (2016); 3- Azevedo et al. (2018); 4- Barbosa et al. (2014); 5- Boff et al. (2008); 6- Buitrago et al. (2011); 7- Cabrini et al. (2013); 8- Caetano et al. (2018); 9- Carmo & Vasconcelos (2016); 10- Carmo et al. (2017); 11- Carvalho & Linhares (2001); 12- Carvalho et al. (2000); 13- Carvalho et al. (2017); 14- Couri et al. (2000); 15- Esposito et al. (2010); 16- Ferraz et al. (2009); 17- Ferraz et al. (2010a); 18- Ferraz et al. (2010b); 19- Figueiredo et al. (2018); 20- Furusawa & Cassino (2006); 21- Gadelha et al. (2009); 22- Gadelha et al. (2015); 23- Gomes et al. (2009); 24- Rodrigues-Guimarães et al. (2007, 2008); 25- Luiz et al. (2012); 26- Mariluis et al. (1990); 27- Marinho et al. (2006); 28- Mello et al. (2007); 29- Mello et al. (2009); 30- Oliveira et al. (2016); 31- Pamponet et al. (2019); 32- Pastrana & Echeverry (2011); 33- Ribeiro et al. (2015); 34- Soares & Vasconcelos (2016); 35- Souza & Zuben (2012); 36- Sousa et al. (2010, 2011); 37- Luz et al. (2020a, 2020b); 38- Sousa et al. (2014a); 39- Sousa et al. (2014b); 40- Sousa et al. (2015); 41- Souza et al. (2016); 42- Sousa et al. (2016); 43- Tavares & Linhares (2006); 44- Ururahy-Rodrigues et al. (2013); 45- Vasconcelos et al. (2015); 46- Whitworth & Yusseff-Vanegas (2019); 47- Cruz & Vasconcelos (2006); 48- Queiroz et al. (2021); 49- Sousa et al. (2020); 50- Vasconcelos et al. (2013); 51- Cruz et al. (2021); 52- Vargas (2020); 53- D'Almeida (1983); 54- Sousa et al. (2021); 55- Viana-Junior et al. (2021); 56- Arbela & Narvaez (2019); 57- Jaume-Schinkel (2021); 58- Pedraza-Lara et al. (2021).

Table 3 – Percentage of Mesembrinellidae in relation to the total of Diptera collected, by author and substrate.

AUTHOR	SUBSTRATE	% of total
Amat (2010)	Fish	◆
Amat et al. (2016)	Diverse viscera	◆◆
Arbela & Narvaez (2019)	Guinea pig carcass	◆
Azevedo et al. (2018)	Rat carcass	◆
Barbosa et al. (2014)	Fish	◆
Buitrago et al. (2011)	Fish viscera	◆
Carmo & Vasconcelos (2016)	Chicken and fish	◆
Carmo et al. (2017)	Fish carcass	◆
	Rat carcass	◆
Carvalho et al. (2000)	Pig carcass	◆
Carvalho et al. (2017)	Rat carcass	◆
Cruz et al. (2021)	Pig carcass	◆
Cruz & Vasconcelos (2006)	Pig carcass	◆
D'Almeida (1983)	Banana	◆◆◆◆
	Fish	◆
	Liver	◆
	Human faeces	◆
Esposito et al. (2010)	Cow lung	◆◆◆◆
Ferraz et al. (2009, 2010a, 2010b)	Fish	◆◆◆◆
Figueiredo et al. (2018)	Fish bait	◆
Furusawa & Cassino (2006)	Chicken liver	◆◆
Gadelha et al. (2015)	Fish	◆◆◆
Luiz et al. (2012)	Fish bait	◆
Luz et al. (2020a, 2020b)	Fish	◆
Mariluis et al. (1990)	Cow viscera	◆
Marinho et al. (2006)	Chicken bait	◆◆
Mello et al. (2007)	Fish	◆◆◆◆
Mello et al. (2009)	Fish	◆◆◆◆
Oliveira et al. (2016)	Chicken bait	◆◆
Pamponet et al. (2019)	Pig carcass	◆
Ribeiro et al. (2015)	Fish	◆◆
Rodrigues-Guimarães et al. (2006, 2008)	Chicken viscera	◆
Queiroz et al. (2021)	Banana	◆◆
Soares & Vasconcelos (2016)	Chicken bait	◆◆
Sousa et al. (2010, 2011, 2014a)	Cow lung	◆
Sousa et al. (2014b)	Chicken gizzard	◆
Sousa et al. (2015)	Cow lung	◆
Sousa et al. (2016)	Cow lung	◆
Sousa et al. (2020)	Cow lung	◆
Souza & Zuben (2012)	Liver	◆
	Ground beef	◆
	Fish	◆
Souza et al. (2021)	Ground beef	◆
Tavares & Linhares (2006)	Pig carcass	◆
Ururahy-Rodrigues et al. (2013)	Pig carcass	◆◆
Vargas (2020)	Chicken and cow liver	◆
Vasconcelos et al. (2015)	Chicken and bovine bait	◆
Viana-Junior et al. (2021)	Banana with yeast	◆◆

*legend: ◆ = < 10%, ◆◆ = 11-20%, ◆◆◆ = 21-30%, ◆◆◆◆ = > 30%

Baited traps have been used more frequently than carcasses, because they are inexpensive and allow a range of technique variations (Tables 2 and 3). In the case of Mesembrinellidae, the most cited traps are Ferreira's (1978) and its adaptations, in addition to other models (Table 4 and Figure 5). The vast majority of the studies have the traps between 1.25 and 1.5 m from the ground, with some at 0.7 m and 2.0 m (Amat, 2010), apart from carcasses on the ground. Other methodological aspects related to the collection of mesembrinellids can be seen in Figure 10.

Table 4 –Traps used in sampling adult Mesembrinellidae specimens.

Trap	Method	Authors that used
Suspended trap	Passive sampling. Container (usually can or PET bottle) with bait inside, holes for insects to enter. The most used model is Ferreira (1978) and its adaptations (Figure 6A). The models by Carmo et al. (2017) and Carvalho et al. (2017) were also developed (Figures 9B and 9C).	Amat (2010); Azevedo et al. (2018); Carmo & Vasconcelos (2016); D'Almeida (1973); Esposito et al. (2010); Ferraz et al. (2009, 2010a, 2010b); Figueiredo et al. (2018); Furusawa & Cassino (2008); Gadelha et al. (2015); Luiz et al. (2012); Marinho et al. (2006); Mello et al. (2009); Oliveira et al. (2016); Ribeiro et al. (2015); Rodrigues-Guimarães et al. (2008); Soares & Vasconcelos (2016); Sousa et al. (2010, 2014a, 2014b, 2016); Sousa et al. (2015); Souza & Zuben (2012); Souza et al. (2016); Vasconcelos et al. (2015), Souza et al. (2021), Viana-Junior et al. (2021).
Malaise	Passive sampling with tent structure used to capture flying insects (Figure 9E).	Souza et al. (2021)
McPhail	Passive sampling using a commercial fruit fly trap (Figure 9D).	Buitrago et al. (2011)
Entomological net	Active sampling using net.	Caetano et al. (2018); Mariluis et al. (1990); Boff et al. (2008); Couri et al. (2000)
Shannon	Passive sampling. Trap is variable, using light and/or animal bait as attractant.	Couri et al. (2000)
Van Someren-Rydon, Shuey (1997)	Passive sampling trap. Mesh cylinder on plastic base, which supports the bait (Figure 9F).	Amat et al. (2016); Barbosa et al. (2014); Cabrini et al. (2013); Arbela & Narvaez (2019)

Carcasses, on the other hand, are more frequently used in experiments on forensic entomology because they simulate entomological succession – and therefore can be a proxy for human cadavers. Often a cage is placed around the carcass to avoid predators and a tray underneath to capture larvae that are leaving the site. A transparent tissue trap positioned in a cone on the carcass can also be used to capture adults or perform a manual collection on the corpse, on the ground and in mid-flight with the aid of an entomological net. The combined information on temporal occurrence

of maggots and their age, under a specific climatic condition, can help in the estimation of the minimum post-mortem interval (minPMI).

Figure 9 - Scheme of traps already used to collect Mesembrinellidae. A- Based on Ferreira et al. (1978); B - Carmo et al. (2017); C- Carvalho et al. (2017); D- Based on McPhail commercial trap; E- Malaise; F- Based on Van Someren-Rydon.

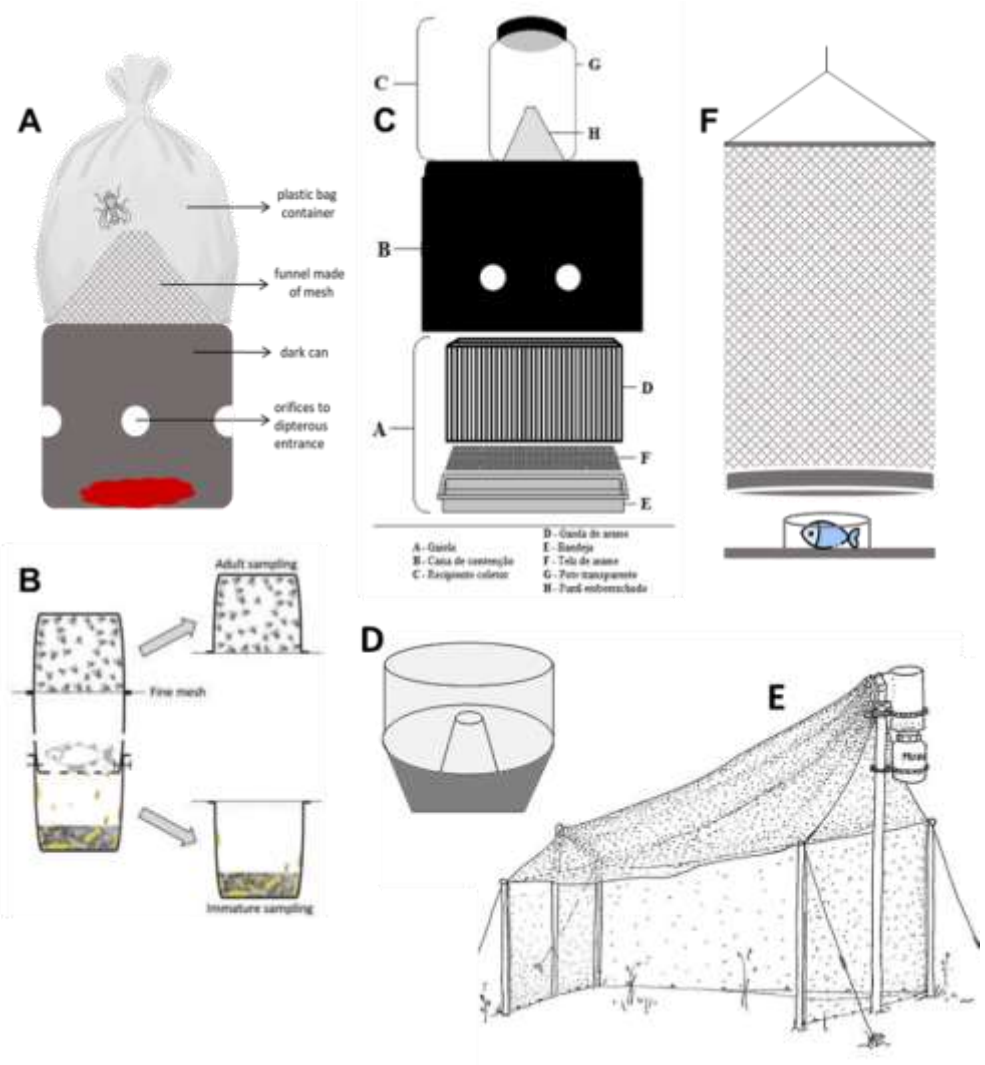
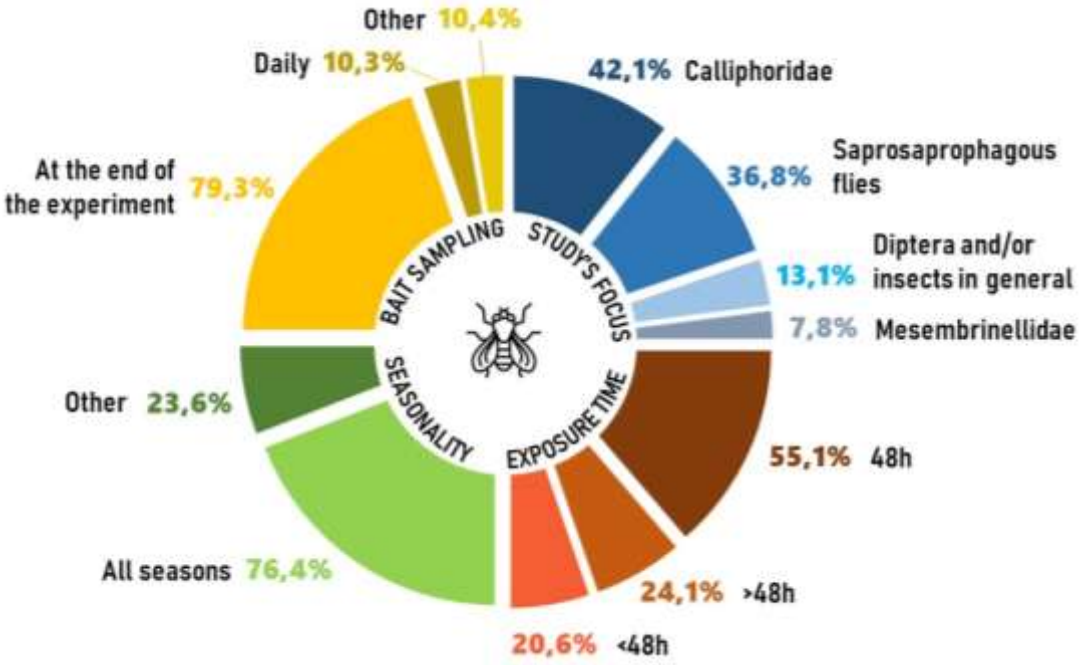


Figure 10 - Methodological aspects for collecting Mesembrinellidae: bait sampling, seasonality, exposure time and study focus.



2.5 POTENTIAL OF MESEMBRINELLIDAE IN APPLIED ENTOMOLOGY

Environmental Forensic Entomology is a recent branch that try to understand how biotic, abiotic and socioeconomic data affect the insects' distribution and how that pattern can help to elucidate environmental crimes. The ecological imbalance caused by deforestation, fragmentation, insecticides and habitat pollution affects diversity substantially. In forest environments, the anthropic disturbances generate differences from the edge of fragments to the interior, increasing sun exposure, temperature, humidity and wind variations (Ferraz et al., 2010; Sousa et al., 2021). This instability can lead to reduced diversity, breakdown of community structure and irrecoverable loss of genetic heritage, which can already be observed in agrosystems, for example (Aerts & Honnay, 2011), and this reality is no different for insects (Carmo & Vasconcelos, 2016; Sousa et al. 2021).

To verify and understand scenarios like these, some groups of insects have been evaluated as bioindicator organisms, that is, key species that react in a predictable and quantifiable way to environmental changes, modifying their vital functions and/or their chemical composition (Arndt & Schweizer, 1991; Gadelha et al., 2009). Diptera's families, such as Empididae, Stratiomyidae, Sciomyzidae, Tabanidae,

Syrphidade, Cecidomyiidae and Sciaridae are already used as conservation indicators (Pollet, 2009; De Oliveira et al., 2014; Sousa et al., 2021) and Calliphoridae as an indicator of human interference (Gadelha et al., 2009). Mesembrinellidae are advantageous as bioindicators because it fits in some criteria: i) they have shorter life cycles; ii) respond to subtle changes; and iii) have a wide geographic distribution (Lewinsohn et al., 2005).

To measure the relationship with anthropization, the Synanthropy Index, created by Nuorteva (1973), can be calculated. With abundance values in different environments, the taxon can be defined as synanthropic, hemissinanthropic or asynanthropy (apud Rodrigues-Guimarães et al., 2008; D'Almeida, 1983). While Calliphoridae has species with high and medium synanthropy, Mesembrinellidae is asynanthropic and, therefore, the taxon is often cited (secondarily) in works about the effect of urbanization on the distribution of species (Cabrini et al., 2013; Carmo & Vasconcelos, 2016; Esposito et al., 2010; Ferreira, 1978; Gadelha et al., 2009; Rodrigues-Guimarães et al., 2008; Sousa et al., 2010, 2014a, 2016, 2020, 2021). Based on currently available studies, some mesembrinellids have restricted geographic distributions (in just a specific state or biome), therefore a better exploration of the characteristics of their habitats can demonstrate a potential indicator of endemism conservation. Some Mesembrinellidae species are already been used to indicate some environments, as shown in Table 5. Although the occurrence of Mesembrinellidae is mostly in forest environments, more recent works have indicated the collection of *M. bellardiana* in edge areas and places with obvious disturbance (garbage and noise), possibly due to ecological pressure (Figueiredo et al., 2018; Gadelha et al., 2009; Ribeiro et al., 2015; Fontebasso, 2020).

Whitworth & Yusseff-Vanegas (2019) devised taxonomical keys to identify Mesembrinellidae species while Moll (2014) created maps of their distribution, information that is relevant in faunal surveys for environmental monitoring. However, local niche and habitat characteristics, feeding and reproductive behavior and optimal collection method still lack better scientific evidence for the taxon. It is necessary to analyze the richness and abundance of the group in association with impacted and preserved environments and forest areas in different stages of biological regeneration, so that comparisons and monitoring can be performed reliably. Works of this nature require the standardization of collection methods and protocols so that the results obtained in different regions and situations are comparable (De Oliveira et al., 2014).

Carvalho et al. (2008) highlights the importance of investing in taxonomy and systematization of habitat conservation data, as forest environments have been rapidly and irreversibly destroyed and most endemic species are outside protected areas, in highly disturbed biomes. or already converted into urbanized areas.

Mesembrinellidae also has been cited in articles focused on the necrophagous (=scavenger) fauna of carcasses. However, records about the association of the group with human corpses are anecdotal and lack scientific validation. The taxon has been a Calliphoridae subfamily for decades, so its feeding habit has also been and still being reported as scavenger (Amat et al., 2016; Esposito et al., 2010; Cabrini et al., 2013; Furusawa & Cassino, 2006; Gadelha et al., 2015), which gives the family a potential use in Legal Medicine.

However, for an insect to be considered of medico-legal importance, it is necessary the exploitation of human corpses as a feeding, mating and egg/larviposition site, which does not apply entirely to Mesembrinellidae (Oliveira-Costa, 2008). There is no record of the taxon colonizing human cadavers. Diptera occurring in human bodies were inventoried at the Campinas MLI (São Paulo, Brazil) without any record of Mesembrinellidae (Carvalho et al., 2000). In works related to Forensic Entomology, most of the mentioned mesembrinellids belong to the genera *Mesembrinella* and *Eumesembrinella*, in experiments carried out in forest areas with baits and animal carcasses (Table 4). Therefore, the Medico-Legal importance of the group is not confirmed as some authors suggest; it is a gap that needs to be studied more carefully. Related to myiasis, there is no data on Mesembrinellidae, which excludes the veterinary importance (Nasser et al., 2021).

Table 5 - Mesembrinellidae species cited in the literature as bioindicators of environmental quality due to their asynanthropic habit.

Specie	Environmental	Author
L. nigripes	Atlantic forest, semidecidual forest	Ribeiro et al. (2015); Barbosa et al. (2014); Ferraz et al. (2009, 2010a); Figueiredo et al. (2018); Gadelha et al. (2015); Mello et al. (2007); Souza et al. (2021)
L. fuscosquamata	Xerophytic vegetation	Pedraza-Lara et al. (2021)
M. aeneiventris	Atlantic forest	Gadelha et al. (2009)
M. batesi	Amazon forest	Sousa et al. (2010, 2011, 2015
M. bellardiana	Atlantic forest, urban forest, Amazon Forest, semidecidual forest, ombrophilous forest	Luz et al. (2020a, 21020b); Mariluis et al. (1990); Marinho et al. (2006); Ribeiro et al. (2015); Rodrigues-Guimarães et al. (2007, 2008); Barbosa et al. (2014); Cabrini et al. (2013); Cruz et al. (2021); Carvalho et al. (2000); Ferraz et al. (2009, 2010a, 2010b); Figueiredo et al. (2018); Gadelha et al. (2015); Sousa et al. (2014a); Vasconcelos et al. (2015); D'Ameida (1983); Souza et al. (2021); Vargas (2020)
M. bicolor	Restinga, xerophytic vegetation, semidecidual forest, Cerrado	Carmo & Vasconcelos (2016); Sousa et al. (2010, 2011, 2014a, 2014b, 2015, 2016, 2020, 2021), Souza et al. (2021)
M. brunnipes	Urban forest	D'Almeida (1983)
M. cyaneicincta	Atlantic forest	Ribeiro et al. (2015)
M. peregrina	Atlantic forest, Eucalyptus Forest	Barbosa et al. (2014); Cabrini et al. (2013); Gadelha et al. (2015); Souza & Zuben (2012)
M. purpurata	Atlantic forest	Figueiredo et al. (2018)
M. randa	Amazon forest	Esposito et al. (2010); Sousa et al. (2010, 2011, 2014a)
M. semihyalina	Semidecidual forest	Ferraz et al. (2010b); Souza et al. (2021)
Mesembrinellidae	Atlantic forest, semidecidual forest	Furusawa & Cassino (2006); Fontebasso (2020)

2.6 CONCLUSIONS

When performing a critical analysis of the available literature, it is clear that the scientific production on Mesembrinellidae is strong in Brazil, especially in the Southeast and Northeast regions. However, there seems to be no relationship between the number of recorded species and the number of published works per country. For example, currently Brazil is the one that publishes the most about the taxon, but Colombia is the one with the greatest richness. This is probably due to the focus of the works. Regarding biogeography, the Brazilian sub-region has the greatest richness of mesembrinellids, with the Pacific domain possibly being the ancestral area of the taxon. Furthermore, Mesembrinellinae has a much wider distribution than Laneellinae and Souzalopesiellinae.

About biological aspects of mesembrinelids, there is still a large gap about the bionomy of this family. It is known that they have an adenotrophic larviparous habit, but there are no data on the instars and development of the immature. Data on feeding, breeding and larviposition sites are practically non-existent, although this information is essential to develop an ideal collection method for the group and a correct way to preserve its species. However, a greater sampling success of adults has been observed in suspended traps with fish, bovine lung and banana bait; while immature ones have already been collected in rat carcasses disposed in a natural environment.

Although phylogenetic studies prove the monophyly of Mesembrinellidae and its classification as a family, some authors still use the old classification. Thus, mesembrinelids end up being cited in works focused on necrophagous insects of interest to Legal Medicine, as part of Calliphoridae. However, the forensic importance of Mesembrinellidae, so far, is null, since both adults and immatures have never been collected from human cadavers. On the other hand, Mesembrinellidae has potential as a control tool for environmental conservation. In recent years, authors such as Gadelha et al. (2009, 2015), Ferraz et al. (2009, 2010a, 2010b) and Sousa et al. (2010, 2016, 2020, 2021) delved into experiments that seek to explain the behavior of the taxon in relation to environmental variables, vegetation cover and anthropization. With this informations, Mesembrinellidae can be avaliated and possibly used as a bioindicator in biomes such as Atlantic Forest and Amazon.

3 CAPÍTULO 2: EFEITO DE BORDA, PREFERÊNCIA ALIMENTAR E ESTRUTURA REPRODUTIVA DE POPULAÇÕES DE *MESEMBRINELLA BICOLOR* (DIPTERA: MESEMBRINELLIDAE) EM UM FRAGMENTO PERIURBANO DE MATA ATLÂNTICA

3.1 INTRODUÇÃO

O bioma Mata Atlântica é um dos mais importantes mundialmente devido à sua importância para a conservação de espécies endêmicas, além de regular o clima, energia e abastecimento de água para 72% dos brasileiros, ao longo de 17 estados (SOSMA, 2021). Em Pernambuco, 11,4% do estado é coberto pela Mata Atlântica (SOSMA, 2021). Após 500 anos de antropização a Mata Atlântica se reduziu à fragmentos florestais cercados por urbanização e agricultura. Fragmentos menores que 100ha compõem 32-40% da Mata Atlântica atual, a qual possui apenas 11-16% da floresta original (Ribeiro et al., 2009).

Perturbações ambientais criam diferenças bióticas e abióticas entre a borda e o interior dos fragmentos, aumentando variações na radiação solar, temperatura, umidade e vento (Ferraz et al., 2010a e 2010b; Sousa et al., 2021). Alguns trechos de floresta original são observados, remanescentes afetados por bordas perturbadas, fragmentos secundários frutos de terras agrícolas abandonadas e pequenas manchas de regeneração florestal assistida (Ribeiro et al., 2009; Chazdon, 2008). Mudanças na assembleia florística podem causar redução na diversidade da mesma, afetando estratégias reprodutivas, e na informação filogenética. Em seguida ocorre a extinção da fauna associada, dentre vertebrados e invertebrados, já que afeta diretamente os recursos em cadeia (Ribeiro et al., 2009; Lopes et al., 2009). Dentre os invertebrados, insetos constituem uma grande proporção da riqueza e biomassa terrestre, assumindo, portanto, um papel no funcionamento dos ecossistemas. Por isso, têm sido utilizados como bioindicadores, já que podem refletir tendências ecológicas através da sua dinâmica de vida, morfologia, densidade e principalmente, sua capacidade ou não de colonizar habitats perturbados ou restaurados (Parikh et al., 2020).

Infelizmente, alguns grupos de insetos são pouco estudados, mas os dados disponíveis na literatura indicam um grande potencial de indicação do estado de conservação ambiental. Em estudos realizados no Nordeste, por exemplo, distúrbios

antropogênicos parecem favorecer algumas espécies de Sarcophagidae e desfavorecer outras (Barbosa et al., 2021; Carmo & Vasconcelos et al., 2016). Este comportamento também foi observado nas espécies de Mesembrinellidae, que evitam locais antropizados (Ferraz et al., 2009; Vasconcelos et al., 2015; Luz et al., 2020; Sousa et al., 2021).

Mesembrinelídeos possuem um habitat restrito, com distribuição exclusivamente neotropical e preferência por florestas úmidas, como a Mata Atlântica e Amazônia (Moll, 2014; Whitworth & Yusseff-Vanegas, 2019). Embora o táxon seja citado como de importância forense, não há registros na literatura de adultos ou imaturos sendo coletados em cadáveres humanos. Entretanto, esta família já se mostrou sensível a alterações ambientais e apresenta comportamento assinantrópico segundo o Índice de Sinantropia de Nuorteva (1973) (D'Almeida, 1983), geralmente sendo coletada nas áreas de matas mais conservadas. Algumas espécies também já foram coletadas, em menor abundância, em áreas sob pressão ecológica, como bordas de fragmentos urbanos e periurbanos (Figueiredo et al., 2018; Ferraz et al., 2009) e em locais expostos a resíduos domésticos com lixo (Ribeiro et al., 2015). Estudos conduzidos na Região Neotropical sugerem que o comportamento de Mesembrinellidae pode ser utilizado como bioindicador, já que sua presença e abundância reagem de forma previsível e quantificável a perturbações em seu ambiente (Esposito et al., 2010; Ferraz et al., 2009; Gadelha et al., 2015; Sousa et al., 2010; Sousa et al., 2016; Vargas, 2020).

Para realizar monitoramentos com uso de bioindicadores é necessário conhecer a bionomia, habitat e alimentação do táxon, uma vez que só podemos entender a dinâmica e fragilidade de um táxon conhecendo seu comportamento e biologia (Oliveira et al., 2014). Informações preliminares sobre a alimentação de *Mesembrinella bicolor* (Fabricius, 1805) (Figura 1) indicam que os adultos se alimentam de material orgânico em decomposição, incluindo fontes animais e vegetais, embora não se tenha dados precisos que indiquem uma preferência de substrato para nutrição e larviposição (Queiroz et al., 2021; Viana-Junior et al., 2021). É classificada com frequência como sarcossaprófaga e de interesse forense (Carvalho & Mello-Patiu, 2008; Alves et al., 2014; Oliveira et al., 2016; Koroiva et al., 2018). Dípteros com este hábito alimentar possuem órgãos sensíveis e adaptados para detecção de carcaças, sendo então os primeiros a encontrar e colonizá-las (Nuorteva, 1977). Todavia, ao contrário de outras famílias que comprovadamente apresentam tal

hábito, como Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae e Fanniidae, os imaturos de Mesembrinellidae são raramente coletados em carcaças (Cruz e Vasconcelos, 2006; Pastrana-Ramos & Wolff-Echeverry, 2011; Carmo et al., 2017; Carvalho et al., 2017; Azevedo et al., 2018).

Figura 1 – Fêmea de *Mesembrinella bicolor*, em vista dorsal, ventral e lateral. Fotos: Gabriela Steindorff.

Sabe-se também que mesembrinelídeos são unilarvíparos pseudoplacentários, ou seja, são vivíparos e desenvolvem uma larva por vez, alimentando-a dentro do útero com o auxílio de secreções produzidas pela espermateca (Meier, 1999). Entretanto, aspectos quanto a razão sexual e desenvolvimento de imaturos são escassos, apesar de que estes parâmetros determinam a subsistência de populações ao longo dos ciclos de vida da espécie.

Diante destas lacunas no conhecimento sobre Mesembrinellidae, neste trabalho objetivamos: i) elucidar o grau de necrofagia de *M. bicolor* e possível preferência alimentar; ii) averiguar a distribuição espacial da espécie e sua relação com o efeito de borda; iii) investigar variações nos aspectos reprodutivos e razão sexual da população. Nós hipotetizamos que a necrofagia não é seu hábito alimentar predominante, afinal, não há registro de *M. bicolor* em cadáveres humanos e ao contrário de espécies de outras famílias necrófagas específicas. Também esperamos que haja uma diferença na distribuição espacial, afinal medições ambientais e

composição florística costumam ser diferentes entre borda e centro de fragmentos (Alves et al., 2006; Lins-e-Silva & Robal, 2008). Consequentemente, espera-se que *M. bicolor* seja mais abundante no centro. Além disso, espera-se maior abundância de fêmeas e possíveis visualizações de imaturos.

3.2 METODOLOGIA

3.2.1 Área de estudo

As coletas ocorreram no Refúgio de Vida Silvestre (RVS) Mata do Curado. Trata-se de um fragmento de Mata Atlântica pertencente ao Comando Militar do Nordeste, localizado em Recife, Pernambuco (08º07'36.72" S, 34º96'60.51" O) (Figura 2). Esta mata fazia parte do Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Nordeste e era explorada para o cultivo de cana-de-açúcar pastagem. Passou a ser tutela do Exército em 1972 e durante estes 50 anos vem passando por um processo de regeneração. O fato de apenas pequenas áreas serem de acesso aos militares para algumas operações tornou possível uma regeneração florestal (Guimarães et al., 2012).

Figura 2 - Mapa da área de estudo: Refúgio de Vida Silvestre Mata do Curado, Recife, Pernambuco, Brasil.

O clima da Mata do Curado é tropical com chuvas de outono-inverno e o solo é podzólico vermelho-amarelo e latossolo vermelho-amarelo distrófico (Espig et al., 2008). A Mata Atlântica possui uma variedade de tipos de floresta, sendo que a Mata do Curado se classifica como Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (Veloso et al., 1991). Trata-se de uma mata bem desenvolvida, com estratos bem definidos de dossel (homogêneo, com cerca de 20 metros de altura), arbóreo inferior, sub-bosque e herbáceas. Levantamentos florísticos realizados no centro e na borda deste fragmento permitiram uma caracterização parcial das espécies vegetais presentes (Lins-e-Silva & Robal, 2008; Alves et al., 2006).

Figura 3 - Fisionomia da borda (0 m) do fragmento de mata.

Figura 4 - Fisionomia da área próxima da borda (135 m) do fragmento de mata.

Figura 5 - Fisionomia da área próxima do centro (270 m) do fragmento de mata.

Figura 6 - Fisionomia do centro (400 m) do fragmento de mata.

Figura 7 - Fisionomia do ambiente urbano (UFPE).

3.2.2 Desenho experimental e método de coleta

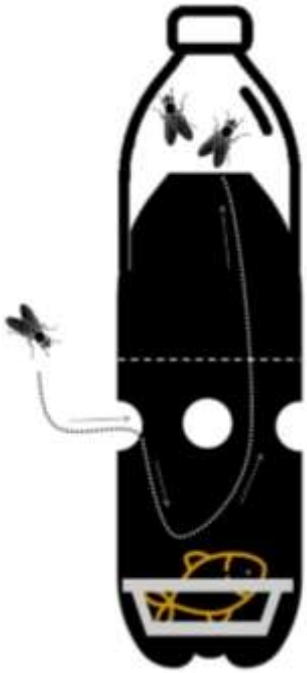
Os dípteros adultos foram coletados utilizando armadilhas suspensas adaptadas de Ferreira (1978), a 85 cm do solo (Figura 8) iscadas com três tipos de substrato (250 g): peixe, lombo de porco e banana, com 24h de decomposição prévia. As armadilhas foram expostas em campo por 48h.

Em cada ponto do transecto de amostragem foram mensurados os seguintes fatores abióticos: *temperatura* e *umidade relativa* com auxílio de um termohigrômetro, *nível de ruído* utilizando o aplicativo Decibelímetro © (PlayStore) e *luminosidade* com aparelho luxímetro TLux 100 Incoterm (precisão de ± 3% rdg ± 0,5% f.e. (valores < 10.000 Lux).

O experimento foi realizado em novembro e dezembro de 2021, totalizando seis amostragens em cada ponto. Cada armadilha/ponto foi considerada como uma unidade amostral. Como Para observar o grau de associação das espécies com áreas de interior e borda de mata, foram definidos três transectos com distância mínima de 20 m. As armadilhas foram dispostas a partir da área de maior antropização (margem da rodovia BR 232) em direção ao interior da mata. Selecionamos as seguintes áreas de amostragem*:* borda da mata (BM, no limite externo do fragmento, considerado o ponto inicial – 0 m); próximo à borda (PB, a 135 m da borda distância), próximo ao

centro (PC, a 270 m da borda) e centro da mata (CM, a 400m da borda) (Figuras 3, 4, 5 e 6).

Figura 8 - Modelo de armadilha utilizada, adaptada de Ferreira (1978). Fonte: autores.



Em cada distância foi disposto um conjunto de três armadilhas: cada uma em um transecto, com um tipo de isca. um tratamento “controle negativo” selecionamos uma área urbana, a fim de confirmar a ausência de espécies de Mesembrinellidae em áreas fortemente antropizadas. Para esta finalidade, conjuntos de armadilhas com os três tipos de isca foram instalados simultaneamente em uma área antropizada, o campus da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) (08º05’06.25” S, 34º94’81.97” O) (Figura 7).

Os dípteros coletados foram mortos com acetato de etila, lavados com água destilada e conservados em álcool 70%. A identificação das famílias foi dada com o auxílio da chave de Carvalho et al. (2012) e *M. bicolor* foi identificada através das chaves de Whitworth & Yusseff-Vanegas (2019) e Kosmann et al. (2013).

Uma vez que estudos anteriores realizados no local registraram uma elevada abundância de espécies necrófagas das famílias Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae e Fanniidae (CSMF), incluímos mais uma variável (Vasconcelos et al., 2013; Vasconcelos et al., 2015; Soares & Vasconcelos, 2016). Realizamos uma medida de

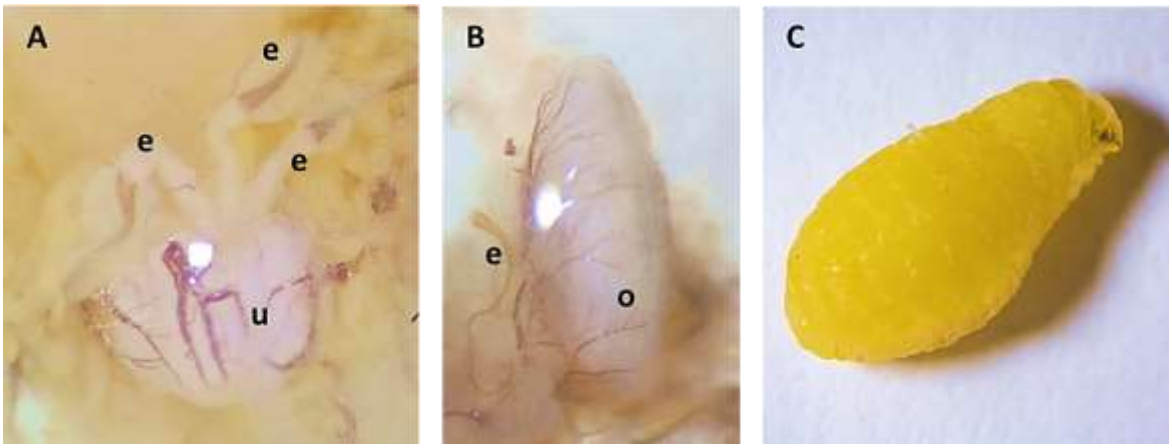
frequência relativa de espécimes de *M. bicolor* em relação ao número total de exemplares do grupo CSMF coletados em cada armadilha.

3.2.3 Estágio reprodutivo

A observação da estrutura reprodutiva da população local de *Mesembrinella bicolor* foi visualizada por meio do exame dos órgãos reprodutivos das fêmeas adultas. Para a análise desta variável foi realizada uma nova coleta em março de 2022 em dois tratamentos: um conjunto de armadilhas na borda e outro no centro da mata, a fim de verificar possíveis efeitos de borda na razão sexual e estágio reprodutivo das fêmeas.

Foram selecionadas aleatoriamente 150 fêmeas do centro (50 de cada substrato) e 118 fêmeas da borda (uma vez que apenas 18 fêmeas foram coletadas em fruta). A observação do útero e ovários foi feita em laboratório, sob microscópio estereoscópico. O abdômen foi removido com auxílio de uma pinça de ponta fina, em água destilada, na qual os órgãos reprodutivos foram lavados para retirada do excesso de gordura e partes internas indesejadas. Os estágios foram identificados em: A) virgem, ausência de ovo ou larva; B) inicial, com a presença de ovos no útero; C) avançado, com a presença de larva no útero, independente do ínstar (Figura 9).

Figura 9 - Estágios reprodutivos sendo :A- virgem, B- inicial e C- avançado (larva em instar final). Legenda: e- espermateca, u- útero, o- ovo. Fotos: Gabriela Steindorff.



3.2.4 Análises ecológicas e estatísticas

Para verificar a necessidade de testes paramétricos ou não-paramétricos, foi testada a normalidade de Kolmogorov-Smirnov, indicado para amostras com N entre 30 e 100, e a homogeneidade pelo teste de Levene. Constatou-se que a abundância era homogênea ($P > 0,05$) mas a distribuição era anormal. Portanto, foi realizada uma logaritmização dos dados para torna-los normais ($P > 0,05$).

Para verificar a relação entre abundância, distância e isca, foi realizada uma Anova One-Way. A hipótese nula é de que não há diferença na abundância e comportamento das espécies em relação às variáveis. Quando a Anova One-Way mostrou diferença entre as médias das amostras, realizamos um teste post hoc de REGWQ (Ryan, Einot, Gabriel ou Welsch Q, que é conservador mediano, com bom controle sobre erro tipo I).

Para representar a relação das espécies com variáveis abióticas (temperatura, radiação solar, umidade e ruído) com a abundância de *M. bicolor*, foi realizado um teste de Correlação de Kendall (não-paramétrico), indicado para amostras de n amostral baixo ou que apresentem valores muito próximos. Valores de $P < 0,05$ indicam correlação e valores de $-0,5 > r > 0,5$ foram considerados de força moderada.

Os valores de razão sexual (tendência a igualdade, pró-fêmea ou pró-macho) foram comparados através do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis. Foi realizado um teste post hoc de Sidak (de conservação mediana, correspondente ao RGEWQ) para verificar as diferenças. Por fim, as contagens de fêmea em cada estágio reprodutivo e sob cada variável independente (localização na mata e tipo de substrato) foram comparadas pelo teste de Qui-Quadrado.

As análises estatísticas foram realizadas no SPSS Statistics 20.

3.3 RESULTADOS

3.3.1 Composição das assembleias e caracterização dos fatores abióticos

Foram capturados 3.091 mesembrinelídeos adultos de *M. bicolor* (Figuras 10 e 11). Embora seja uma família de menor abundância na natureza (comparado a espécimes de CSMF), o número de indivíduos representou 15,6% da assembleia amostrada no ambiente de mata. Nenhum indivíduo de *M. bicolor* foi coletado na área urbana ao longo de todo o experimento. As tabelas 1 e 2 mostram, respectivamente, a frequência absoluta e relativa de Mesembrinellidae em relação às demais famílias sarcossaprófagas coletadas em cada estrato de amostragem. Na isca de porco, Calliphoridae predominou com 75,3% enquanto *M. bicolor* foi de apenas 9,6%, mas ainda assim foi um n amostral maior do que de outras famílias necrófagas como Sarcophagidae e Fannidae (cerca de 3% cada). Já em isca de peixe, mais comumente usada em armadilhas, Calliphoridae compôs 55,8% e *M. bicolor* 27,5%.

Figura 10 - Abundância de Mesembrinellidae em cada ponto de coleta na Mata do Curado.

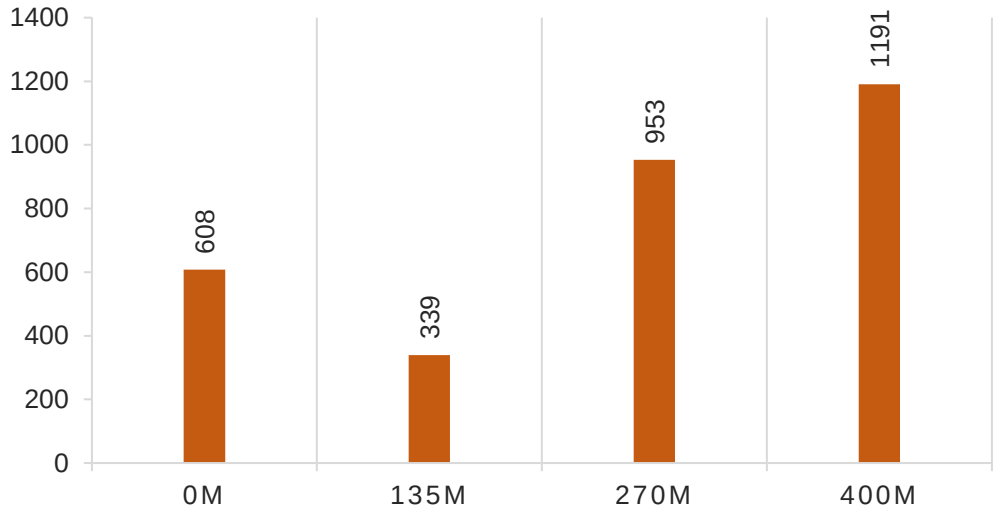


Tabela 1 – Frequência absoluta e relativa das famílias sarcossaprófagas coletadas na Mata do Curado, em relação à distância. Mes- Mesembrinellidae; Cal- Calliphoridae; Sar- Sarcophagidae; Mus- Muscidae; Fan- Fannidae.

		Mes	Cal	Sar	Mus	Fan	TOTAL
Forest	0m	608	3481	100	299	158	**4646**
	F(%)	13,09	74,92	2,15	6,44	3,40	100
	135m	339	2881	81	469	116	**3886**
	F(%)	8,72	74,14	2,08	12,07	2,99	100
	270m	953	2595	76	394	63	**4081**
	F(%)	23,35	63,59	1,86	9,65	1,54	100
	400m	1191	4077	63	302	62	**5695**
	F(%)	20,91	71,59	1,11	5,30	1,09	100
Urban		0	461	406	278	218	**1363**
F(%)		0	33,82	29,79	20,40	15,99	100
TOTAL		3091	13495	726	1742	617	**19671**
F(%)		15,71	68,60	3,69	8,86	3,14	100

Figura 11 - Abundância de Mesembrinellidae nos substratos de porco, peixe e fruta.

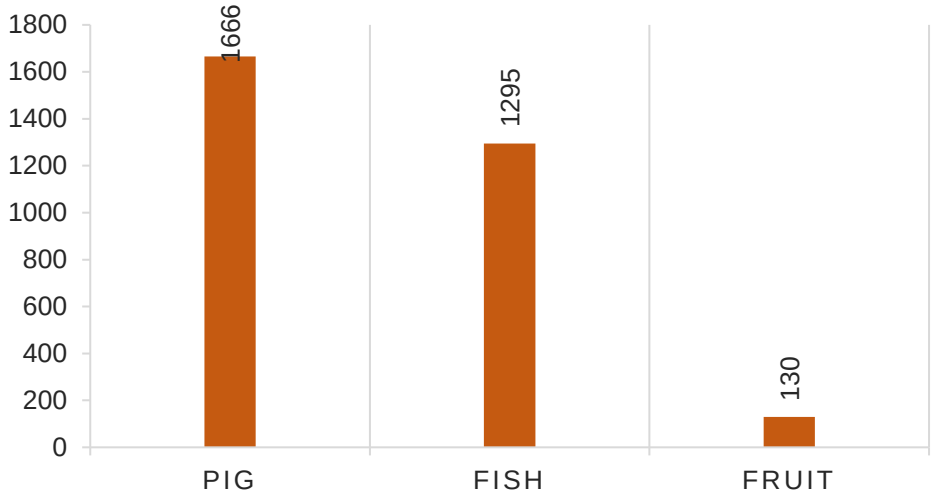


Tabela 2 – Frequência absoluta e relativa das famílias sarcossaprófagas coletadas na Mata do Curado, em relação ao substrato. Mes- Mesembrinellidae; Cal- Calliphoridae; Sar- Sarcophagidae; Mus- Muscidae; Fan- Fannidae.

	Mes	Cal	Sar	Mus	Fan	TOTAL
Pig	1295	10119	410	1175	433	**13432**
F(%)	9,64	75,34	3,05	8,75	3,22	100
Fish	1666	3376	306	532	168	**6048**
F(%)	27,55	55,82	5,06	8,80	2,78	100
Fruit	130	0	10	35	16	**191**
F(%)	68,06	0,00	5,24	18,32	8,38	100
TOTAL	3091	13495	726	1742	617	**19671**
F(%)	15,71	68,60	3,69	8,86	3,14	100

Dentre as variáveis abióticas testadas (Figura 12), isto é, temperatura, umidade relativa, luminosidade e nível de ruído, praticamente não houve diferenças entre áreas da borda e do centro. A luminosidade teve uma correlação positiva muito fraca (r = 0,025), assim como a umidade relativa (r = 0,06), não sendo significativo (*P* > 0,05). Já a temperatura teve uma correlação negativa, também muito fraca (r = -0,132) e não significativa (*P* > 0,05).

Entretanto o ruído (Figura 13) se mostrou significativo (*P* = 0,005) para uma correlação negativa (r = -0,254) que embora fraca, demonstra uma relação esperada, ou seja, de que quanto maior a perturbação sonora menor seria a abundância de Mesembrinellidae. O ruído provindo de uma rodovia geralmente gira em torno de 80dB (Kawakita, 2008), mas a medição na borda do fragmento foi de apenas 57dB. Este abafamento possivelmente é devido a distância de cerca de 40m entre a BR-232 e o interior da borda do fragmento onde foi realizada a aferição.

Figura 12 - Variáveis abióticas de temperatura, umidade e luminosidade em cada ponto de coleta na Mata do Curado.

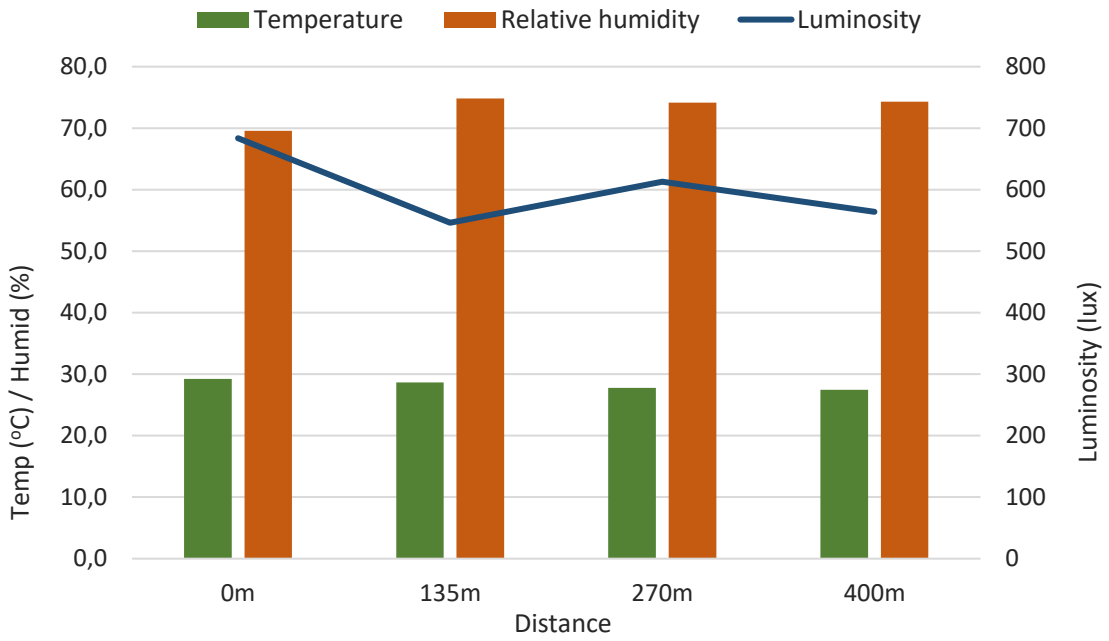
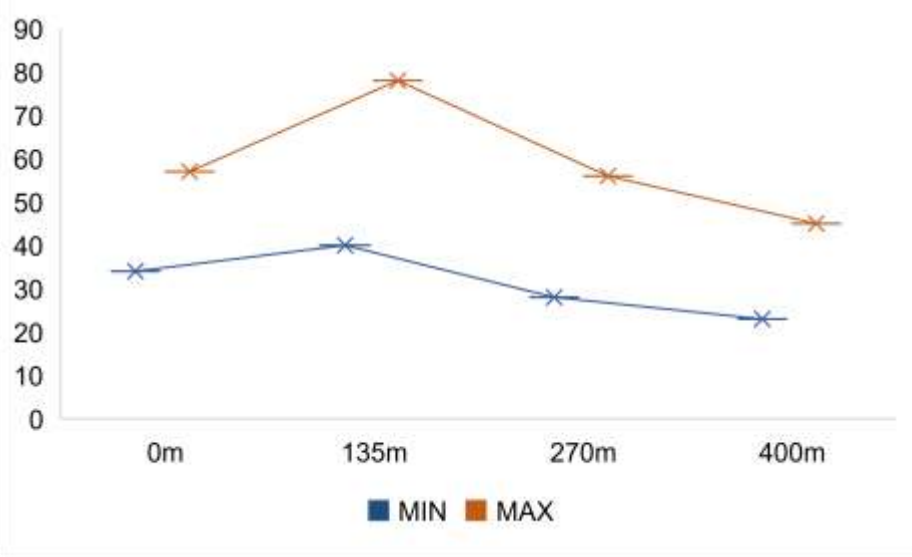


Figura 13 – Valores de ruído mínimo e máximo, em decibéis, em cada ponto de coleta na Mata do Curado.



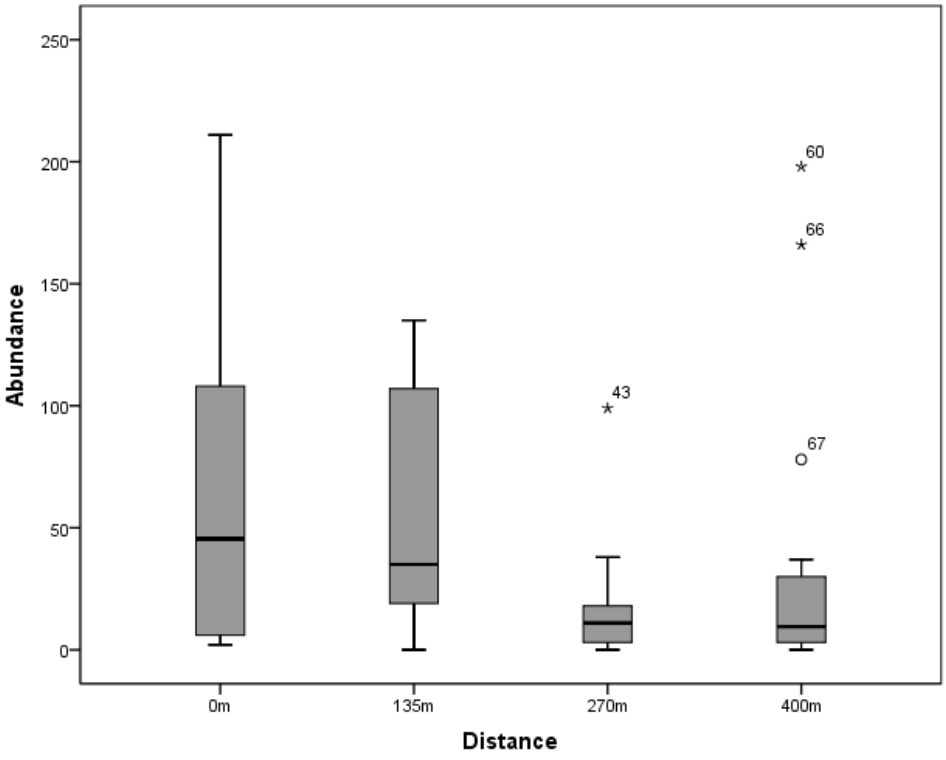
3.3.2 Efeito de borda sobre a abundância de *Mesembrinella bicolor*

Nas condições testadas do fragmento de mata atlântica selecionado, não se detectou, por meio da Anova One-Way, um efeito significativo da distância centro-borda sobre a abundância de *M. bicolor* [F (2,49) = 1,173; *P* > 0,05]. Isto foi devido a dispersão dos dados de abundância, com alto desvio padrão de amostragem, tornando N's maiores muito discrepantes da média de cada local (Figura 14, Tabela 3).

Tabela 3 – Valores de média ($\bar{x}$), desvio padrão (*s*) e mediana (*Md*) sobre os valores de abundância.

	0m	135m	270m	400m	Fruta	Peixe	Porco
$\bar{x}$	66,17	52,94	17	33,78	31,45	53,52	51,22
s	69,09	45,82	23,6	57,4	54,2	52,31	55,27
Md	45,5	35	11	9,5	5	34,5	26

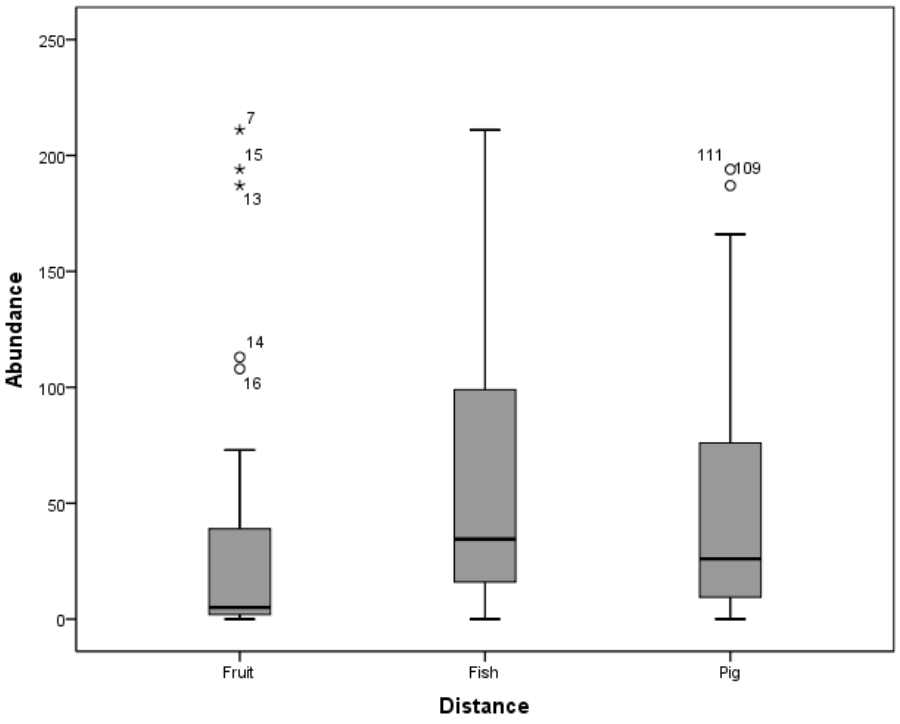
Figura 14 - Boxplot da abundância de Mesembrinellidae em relação à distância. Círculo- outlier próximo (dentro do limite 1,5); Asterisco- outlier distante (além do limite 1,5).



3.3.3 Avaliação do grau de necrofagia de *Mesembrinella bicolor*

As iscas que atraíram a maior quantidade de mesembrinelídeos foram as de origem animal, dado comprovado pela Anova One-Way [F (2.49) = 38,63, *P* < 0,001]. O post hoc de REGWQ mostrou que em média a isca de fruta difere de porco e de peixe (facilmente observado na Figura 11), entretanto a abundância nas iscas de porco e peixe não diferem significativamente entre si, demonstrando que *M. bicolor* não possui uma preferência (t (33,92) = -1,143; *P* > 0,05). A amostragem em fruta foi apenas 4% do coletado em isca animal (Figura 11). Assim como no caso da variável distância, os substratos tiveram amostragens discrepantes, gerando altos desvios padrão da média e algumas amostras outliers (Figura 15).

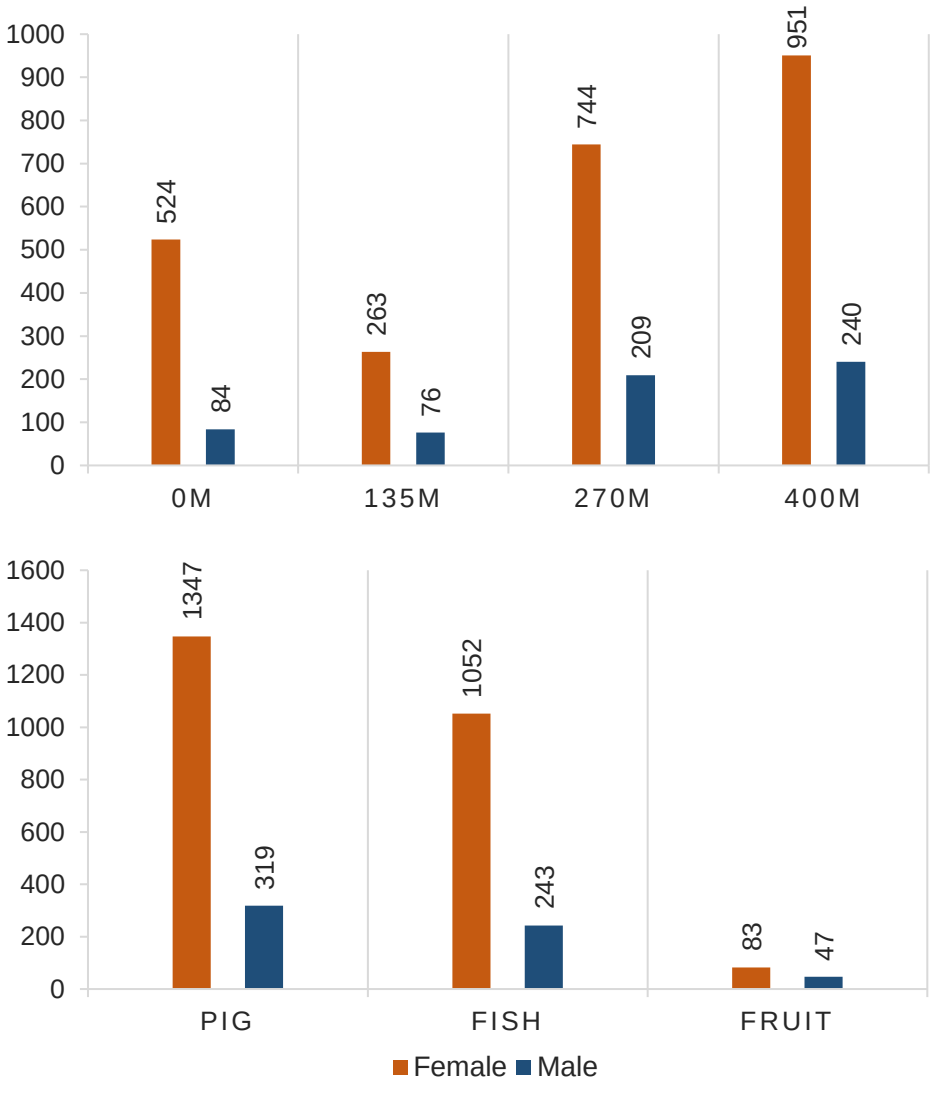
Figura 15 – Boxplot da abundância de Mesembrinellidae em relação à isca. Círculo- outlier próximo (dentro do limite 1,5); Asterisco- outlier distante (além do limite 1,5).



3.3.4 Estrutura reprodutiva de *Mesembrinella bicolor*

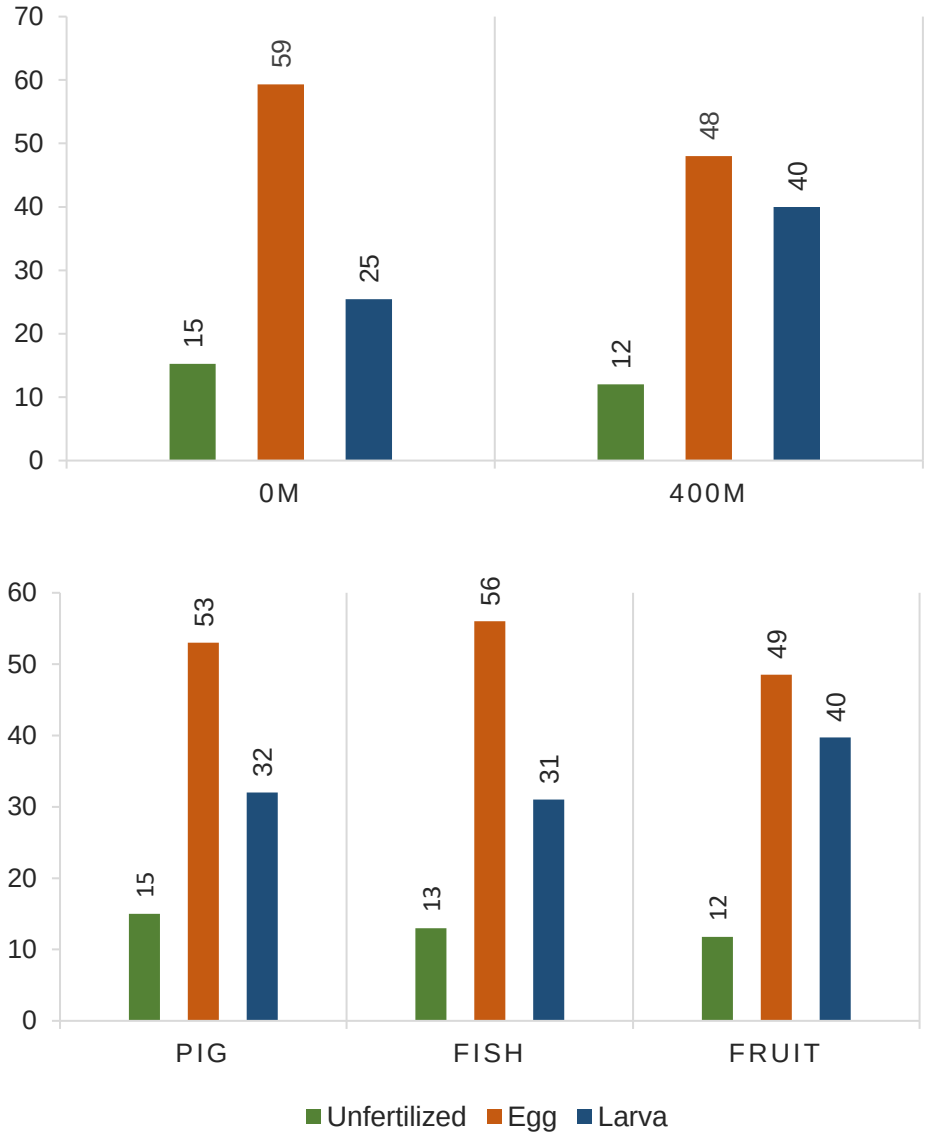
O teste de Kruskal-Wallis mostrou que não há efeito da distância sobre a razão sexual [X^2 (2) = 0,367; *P* > 0,05]. Em todos os pontos de amostragem houve uma maioria de fêmeas, sendo que as razões foram de: 0,79 em 0m; 0,78 em 135m; 0,77 em 270m; e 0,86 em 400m (Figura 16). Por outro lado, há efeito da isca sobre a razão sexual [X^2 (2) = 14,031; *P* < 0,001]. As comparações em pares do *post hoc* mostraram diferença significativa entre fruta/porco (*P* = 0,005) e entre fruta/peixe (*P* = 0,002), o que não aconteceu entre as iscas animais (*P* > 0,05). Houve uma maioria de fêmeas nos três substratos sendo que a razão sexual foi de 0,81 em peixe e porco e 0,64 em fruta (Figura 16).

Figura 16 – Razão sexual de *M. bicolor* em relação à distância e substrato.



Quanto ao estágio reprodutivo das fêmeas, a distribuição de fecundadas e virgens não mostrou diferença significativa ao longo do fragmento de mata (*P* = 0,08) (Figura 17). O mesmo foi visualizado em relação ao tipo de isca (*P* = 0,68) (Figura 17). Entretanto, é possível observar uma maior proporção de larvas em fruta quando comparado às iscas animais, indicando o substrato vegetal como um possível recurso final/adicional para o desenvolvimento dos imaturos.

Figura 17 – Estrutura reprodutiva de *M. bicolor* em relação à distância e substrato.



3.4 DISCUSSÃO

3.4.1 Efeito de borda

No presente estudo, não foi detectado efeito de borda para a abundância de *M. bicolor*. Apesar de uma superioridade no número de insetos no centro da mata, não houve diferença significativa entre os transectos. Isto pode ser explicado por três fatores: as condições geográficas e fitofisionômicas da Mata do Curado e aspectos comportamentais da espécie.

A Mata do Curado caracteriza-se como um remanescente de Floresta Atlântica conservado, com estratos de densidade média. Neste estudo foi observado uma borda de área aberta, árvores finas e altas e algumas poucas de diâmetro mediano. A luminosidade foi um pouco mais alta do que nos demais pontos, mas o dossel era relativamente fechado. Alves et al. (2006) reportaram que 84% das espécies da borda são de desenvolvimento secundário e 11% são pioneiras (Alves et al., 2006). Isto demonstra que o local já sofreu fortes distúrbios e está em processo inicial de sucessão, e, portanto, deve haver algum efeito de borda na comunidade, o qual se abranda após 100m (Alves et al., 2006). É comum que espécies arbóreas de frutos e sementes grandes ou que possuam polinizadores especializados se tornem raras nos habitats afetados pela borda (Oliveira et al., 2008; Tabarelli et al., 2010). Nos pontos intermediários (135 e 240m) foi possível observar um aumento exponencial no diâmetro e altura das árvores e na densidade do estrato inferior, o que corrobora com o observado por Alves et al. (2006) e Lins-e-Silva & Robal (2008). Já a área de centro demonstra estar em fase avançada de regeneração, com densidade menor e tamanho maior, dossel alto, além de apresentar certa quantidade de epífitas - organismos típicos do centro de fragmentos, já que são sensíveis a perturbações antrópicas (Siqueira-Filho & Tabarelli, 2006). Lins-e-Silva e Robal (2008) identificaram 13 espécies de clímax nesta área, enquanto na borda havia apenas uma (Alves et al., 2006).

É esperado que áreas de borda possuam temperaturas mais elevadas e umidade baixa, mas, segundo aferências realizadas durante o período de estudo, fatores climáticos como temperatura e umidade mantém um equilíbrio ao longo do fragmento (figura 12). Além disso, fatores como fluxo de pessoas, descarte de lixo e ruído de rodovias, normalmente encontrados em bordas perturbadas, não foram

observados neste trabalho, demonstrando uma área de borda bem conservada. Inclusive, ruídos e vento são parcialmente abafados por uma parede de espécies arbustivas ao fim da mata. Este tipo de formação é um aspecto importante para que a temperatura e evapotranspiração se mantenham em equilíbrio, evitando o estresse hídrico (Esseen & Renhorn 1998).

Com isso, podemos afirmar que as diferenças fitofisionômicas, climáticas e bióticas deste fragmento não são suficientes para modelar a distribuição espacial de *M. bicolor*. A distribuição da espécie não é limitada a áreas de centro, sendo capaz de tolerar áreas com índices leves de antropização, como a borda da Mata do Curado. A influência da BR-232 e de estabelecimentos comerciais, industriais e residenciais próximos, não parece comprometer a presença da espécie, uma vez que do outro lado da rodovia a Mata do Curado continua, com fragmentos relativamente conservados de Mata Atlântica. Diante do cenário pandêmico, optou-se emergencialmente, por um fragmento mais acessível, de tamanho pequeno, e relativamente antropizado, porém, acreditamos que o padrão possa ocorrer em outros cenários.

Mesembrinella bicolor, assim como outras espécies do gênero, tem sido registrada em regiões de ecótonos e bordas. Sousa et al. (2010; 2014a) observaram mesembrinelídeos ocorrendo em clareiras em estágio de regeneração média e avançada. Ribeiro et al. (2015) observaram espécimes de *M. bellardiana* a 250m de um depósito de lixo, embora em baixíssima abundância comparado ao ponto preservado. Ferraz et al. (2010a) realizaram coletas em uma reserva ecológica, com distâncias de 500 e 1000m de uma rodovia e de uma estrada, mas *M. bicolor* não apresentou diferença em sua abundância. Neste mesmo trabalho, também foi observada correlação entre a abundância e as variáveis temperatura, umidade e precipitação, associado à composição da comunidade arborífera (Ferraz et al., 2010b), o que pode indicar que tal correlação não foi observada no presente trabalho devido ao tamanho pequeno do fragmento.

Já foi observado que em bordas de fragmentos podem ocorrer espécies sinantrópicas de Calliphoridae (como *Chrysomya albiceps* e *C. megacephala*) e assinantrópicas de Mesembrinellidae (como *M. bicolor* e *M. bellardiana*), demonstrando que embora seja uma área sob influência antrópica, ainda é adequada para espécies florestais (Ferraz 2010a, b). Já nas áreas centrais dos fragmentos, embora ainda ocorram espécies sinantrópicas (devido a sua alta adaptabilidade), há maior abundância das espécies assinantrópicas. Neste trabalho, Mesembrinellidae foi

observada nos quatro transectos, sem diferenças significantes em sua abundância, indicando um comportamento de ocupação espacial semelhante aos das outras famílias sarcossaprófagas coletadas. Entretanto, o hábito assinantrópico de *M. bicolor* ainda é considerado, já que nenhum exemplar foi registrado em área urbana, tanto neste trabalho quanto nos demais disponíveis na literatura.

3.4.2 Preferência alimentar e estrutura reprodutiva

Insetos necrófagos são identificados pelo hábito de utilizar matéria orgânica em decomposição como fonte proteica, para o desenvolvimento ou postura de seus imaturos, além de geralmente apresentarem um padrão de sucessão no processo de putrefação (Catts & Goff, 1992; Oliveira-Costa, 2008). Esta associação é o que as torna importantes para a Entomologia Forense, já que frequentemente colonizam cadáveres humanos, mas, é importante destacar, nem toda espécie necrófaga é necessariamente utilizada em investigações.

Mesembrinellidae tem sido citada como necrófaga de importância forense (Amat et al., 2016; Cabrini et al., 2013; Esposito et al., 2010; Furusawa & Cassino, 2006; Gadelha et al., 2015; Koroiva et al., 2018), embora seu hábito alimentar ainda careça de experimentações conclusivas. Além disso, o grupo nunca foi registrado se alimentando ou colonizando corpos humanos (Carvalho et al., 2000), mas sim em iscas e carcaças animais. O comportamento larvíparo do táxon também indica a relação com recursos pequenos ou efêmeros, já que a larva é posta em fase pré-pupa (Guimarães, 1977). No presente trabalho foram observados apenas dois imaturos de *M. bicolor*, um em isca de peixe e outro de porco, ambas na parte superior da armadilha, sem contato com o substrato (fortemente colonizado por outras famílias).

Ao comparar a composição da assembleia de sarcossaprófagas nas tabelas 1 e 2 é possível observar um padrão. Em substrato de fruta, Mesembrinellidae foi o táxon mais abundante (68%). Esta abundância de mesembrinelídeos em banana está de acordo com o observado por D'Almeida (1983) e acima do reportado por Viana-Junior et al. (2021) e Queiroz et al. (2021), estes dois sendo trabalhos que tiveram um esforço amostral muito maior. A isca de porco (utilizada neste trabalho) ainda é pouco citada na literatura, mas Mesembrinellidae foi coletada em carcaça de porco em abundâncias semelhantes por Carvalho et al. (2000), Tavares & Linhares (2006), Cruz & Vasconcelos (2006), Pamponet et al. (2019) e Cruz et al. (2021). Nas duas iscas

animais a maior predominância foi de Calliphoridae (mais de 50%), sendo Mesembrinellidae o segundo táxon mais abundante. Em outros estudos, Mesembrinellidae geralmente se apresenta em proporções menores (em torno de 10% do total), mas o observado neste estudo está de acordo com os trabalhos de Mello (2007, 2009), Gadelha (2015) e Ferraz (2009, 2010a, 2010b). Tal proporção pode estar indicando não somente a atratividade das iscas, mas também o tamanho populacional de Mesembrinellidae na área de estudo.

Em relação à razão sexual, não há preferência dos sexos por áreas. Ferraz et al. (2010a), em uma área de 26 ha, observaram uma proporção de 0,8 fêmeas de *M. bicolor* em peixe, valor também observado no presente estudo. Oliveira et al. (2016) e Soares & Vasconcelos (2016), em estudos na mesma área de mata, observaram razão sexual de 0,7 fêmeas de *M. bicolor* em fígado de galinha. A maioria de fêmeas aparenta ser um padrão, mesmo que a proporção se altere em relação a cada substrato. Em comparação, as iscas de peixe e porco parecem ser as mais atrativas para fêmeas (0,8), com isca de frango em segundo e frutas em terceiro (0,6). Neste estudo a distribuição espacial de *M. bicolor* não modificou a proporção de fêmeas, o mesmo sendo observado por Oliveira et al. (2016).

Para entender a preferência alimentar e sua implicação para o ciclo de vida de Mesembrinellidae, é importante verificar a relação entre voláteis (VOCs) e escolha de substratos por outros dípteros. Não há estudos que relacionem o comportamento de Mesembrinellidae com VOCs, então é pertinente utilizar exemplos de outras famílias sarcossaprófagas para discussão. Ao longo da decomposição de ratos, Kasper (2013) observou para *Lucilia caesar* (Calliphoridae): a) fêmeas virgens, as quais estão em fase de maturação dos ovos, com preferência pelo estágio avançado, que libera menos sulfetos e mais ácidos graxos, álcoois e compostos cíclicos (também observado em recursos de fezes); b) fêmeas fecundadas, a procura de local para oviposição, buscam as fases iniciais de decomposição, com altas quantidades de sulfetos e pouco ácido graxo; c) machos ocorrem especialmente na fase fresca, que possui uma mistura de sulfeto e álcoois, atraindo comportamentos de cópula e nutrição.

Frutas em estágio avançado de maturação, como banana, liberam no ambiente, além de cetonas e ésteres, o ácido butírico (Eisemann, 1992), composto que também é encontrado em decomposição ativa de carne e que atrai moscas grávidas (Kasper, 2013). Nos dados aqui expostos, é possível observar uma

abundância de fêmeas virgens bem abaixo da de fecundadas. Moscas fêmeas fecundadas comem até três vezes mais proteína do que machos e fêmeas virgens, o que consequentemente faria com que menos virgens fossem capturadas. Isto foi observado por Greenberg (1959) em *Musca domestica* L.; tal interpretação talvez possa ser aplicada ao comportamento de *M. bicolor,* mas são necessários mais experimentos sobre a alimentação da fêmea e da progênie para confirmar esta hipótese.

Moscas do gênero *Glossina* (Glossinidae), conhecidas como Tsé-tsé, apresentam semelhanças no ciclo de vida e no comportamento reprodutivo à Mesembrinellidae. Suas espécies, assim como *M. bicolor*, são unilarvíparas pseudoplacentárias, ou seja, a fêmea retém a progênie até o último estágio larval, nutrindo-a durante este período com secreções produzidas por glândulas acessórias (no caso da tsé-tsé) ou espermatecas (no caso dos mesembrinelídeos) (Benoit et al., 2014). Este hábito pode trazer vários benefícios, como desenvolvimento embrionário melhorado em trocas de temperatura, aumento da sobrevivência da prole devido a menor taxa de predação, redução do investimento materno na gema e menor competição/predação entre imaturos recém-nascidos (Benoit et al., 2014).

Em Glossina, as fêmeas alimentam-se de sangue para suprir a necessidade proteica própria e do imaturo e após 9 dias de gestação depositam a larva de terceiro instar no solo, a qual se enterra para empupar. Devido à essa estratégia de larviposição, a tsé-tsé é capaz de se reproduzir em uma variedade de ambientes – incluindo variáveis climáticas e florísticas (Haines et al., 2020). Mesembrinellidae aparentemente possui comportamento parecido, já que apresentou preferência por isca animal e gera seus imaturos até a fase pré-pupa (Guimarães, 1977; Meier, 1999). Além disso, *M. bicolor* também aparenta ter suplementado sua dieta com fruta, o que é observado por outros dípteros sugadores de sangue (Lehane, 2005 apud Benoit et al., 2014). Baseado nos resultados do presente trabalho, pode ser a interpretação correta para a ocorrência de *M. bicolor* em fruta, inclusive com maior quantidade de larvas em estágio avançado.

3.5 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

Neste trabalho, observamos um forte grau de assinantropia de *M. bicolor*, já que a espécie não ocorreu em meio urbano e apresentou menor abundância nas áreas próximas a borda da mata. Entretanto, vimos que um fragmento de Mata Atlântica bem conservado, embora pequeno, pode manter uma distribuição espacial relativamente homogênea da população de *M. bicolor*, gerando pouco efeito de borda. Seria interessante realizar amostragens semelhantes em fragmentos de diferentes tamanhos e estágios de regeneração para observar como a espécie se comporta em relação às consequentes variações no clima e flora.

Os dados obtidos neste trabalho, mostram que o hábito alimentar de Mesembrinellidae é necrófago, utilizando frutas como recurso adicional na maturação dos imaturos. Entretanto, são necessárias observações mais aprofundadas, em laboratório, para afirmar como substratos animais e vegetais são utilizados ao longo do ciclo de vida de *M. bicolor*, em relação à nutrição, maturação de ovos e larvas e comportamento de larviposição.

Em nosso experimento observamos que a estrutura reprodutiva (tanto razão sexual quanto estágio reprodutivo) não mudou com a distribuição espacial, demonstrando que o efeito de borda não afeta estes aspectos do ciclo de vida de *M. bicolor*. Por outro lado, os dados mostram uma diferença no estágio reprodutivo observado em iscas animais e vegetais. Este resultado precisa ser melhor investigado através de experimentos laboratoriais e in situ, para ampliar estes resultados e confirmar o comportamento da espécie.

Para encerrar, é fundamental verificar quais variáveis climáticas, ambientais e antrópicas estão relacionadas à presença ou ausência de Mesembrinellidae em determinados habitats, afinal, inventários faunísticos não têm o mesmo valor se seu contexto ambiental não for compreendido. Outros fragmentos, com diferentes tamanhos e graus de perturbação precisam ser investigados, a fim de verificar a presença ou ausência de Mesembrinellidae e como suas espécies são afetadas pelos fatores bióticos e abióticos.

REFERÊNCIAS

ALVES, A.C.F.; SANTOS, W.E. dos; CREÃO-DUARTE, A.J. Diptera (Insecta) de importância forense na região Neotropical. **Entomotropica**, v. 29, n. 2, p. 77-94. 2014.

ALVES, F.T. et al. Efeito de borda na estrutura de espécies arbóreas em um fragmento de floresta ombrófila densa, Recife, PE. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 1, n. único, p. 49-56. 2006.

AMAT, E. Notes on necrophagous flies (Diptera: Calyptratae) associated to fish carrion in Colombian Amazon. **Acta Amazonica**, v. 40, n. 2, p. 397-400. 2010.

AMAT, E.; MARINHO, M.A.T.; RAFAEL, J.A. A survey of necrophagous blowflies (Diptera: Oestroidea) in the Amazonas-Negro interfluvial region (Brazilian Amazon). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 60, p. 57-62. 2016.

AMORIM, D. de S. Neotropical Diptera diversity: richness, patterns and perspectives. In: PAPE, T.; BICKEL, D; MEIER, R. **Diptera diversity: Status, challenges and tools**. Boston: Brill, 2009. Cap. 3, p. 71-97.

AMORIM, D.S.; SILVA, V.C. & BALBI, M.I.P.A. 2002. Estado do conhecimento dos Diptera neotropicais, p. 29-36. In: COSTA, C.; S.A. VANIN, J.M. LOBO & A. MELIC (Eds.). **Proyecto de Red Iberoamericana de Biogeografia y Entomología Sistemática, PRIBES 2002.** Zaragoza: Sociedad Entomológica Aragoneza, Monografias Tercer Milenio, v. 2, p. 26-36.

ANDERSON, G.S. Wildlife forensic entomology: determining time of death in two illegally killed black bear cubs. **Journal of forensic sciences**, v. 44, n. 4. 1999.

ARBELÁEZ, J. & NARVÁEZ, A.E. Lista preliminar de dípteros de importância forense en Guayaquil. **Ciencia Digital**, volume especial Ciencias Forenses, v. 3, n1, p. 108-117. 2019.

AZEVEDO, W.T. de A. et al. Calliphoridae (Diptera) Associated With *Rattus rattus* Carcasses in the Tijuca National Park, Rio de Janeiro, Brazil. **Journal of Medical Entomology**, v. 55, n. 4, p. 915-922. 2018.

BARBOSA, L.S. et al. Muscidae, Sarcophagidae, Calliphoridae e Mesembrinellidae (Diptera) da Estação Biológica de Santa Lúcia (Santa Teresa, Espírito Santo, Brasil). **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, v. 33, p. 131-140. 2014.

BARBOSA, T.M. et al. Effects of chronic anthropogenic disturbances on flesh fly (Diptera, Sarcophagidae) assemblages in areas of seasonally dry tropical forest. **Journal of Insect Conservation**, v. 25, p. 485–498. 2021.

BENOIT, J.B. et al. Adenotrophic viviparity in Tsetse flies: Potential for population control and as an insect model for lactation. **Annual Review of Entomology**, v. 60, p. 19.1-19.21. 2015.

BOFF, S. et al. Insetos visitantes de gomas exsudadas por *Terminalia argentea* Mart & Zucc (Combretaceae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 52, n. 3, p. 477-479. 2008.

BONATTO, S.R. & MARINONI, L. Gêneros e espécies novos de Mesembrinellinae (Diptera, Calliphoridae) da Costa Rica e Venezuela. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 4, p. 883-890. 2005.

BORKENT, A et al. Remarkable fly (Diptera) diversity in a patch of Costa Rican cloud forest: Why inventory is a vital Science. **Zootaxa,** v. 4402, n. 1, p. 53-90. 2018.

BROWN, K.S. Conservation of Neotropical environments: insects as indicators. In: COLLINS, N.M. & THOMAS, J.A. **The conservation of insects and their habitats**. London: Academic Press Limited, 1991. Cap. 14, 349-404.

BUENAVENTURA, E. et al. Protein-encoding ultraconserved elements provide a new phylogenomic perspective of Oestroidea flies (Diptera: Calyptratae). **Systematic Entomology**, v. 46, p. 5–27. 2021.

BUITRAGO, Y.; MIRANDA, R.J.; BERMÚDEZ, S.E. Calliphoridae (Insecta: Diptera) de Ciudad de Panama, Panamá, con énfasis en la distribución actual del género *Chrysomyia* Robineau-Desvoidy 1830. **Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa**, n. 49, p. 303-307. 2011.

CABRINI, I. et al. 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.

CAETANO, R.L. et al. Ultrastructure of sensilla on antennae and maxillary palps in three Mesembrinellidae species. **Revista Chilena de História Natural**, v. 91, n. 7. 2018.

CARMO, R.F.R. & VASCONCELOS, S.D. Assemblage of Necrophagous Diptera in Atlantic Insular Environments and Response to Different Levels of Human Presence. **Neotropical Entomology**, v. 45, p. 471-481. 2016.

CARMO, R.F.R. et al. Visitors Versus Colonizers: An Empirical Study on the Use of Vertebrate Carcasses by Necrophagous Diptera in a Rainforest Fragment. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 0, n. 0, p. 1-9. 2017.

CARVALHO, C.J.B. et al. Diptera. In: RAFAEL, J. A. et al. **Insetos do Brasil – Diversidade e Taxonomia**. 1 ed. Ribeirão Preto: Halos, 2012. p. 701-743.

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

CARVALHO, L.M.L. & LINHARES, A.X. Seasonality of insect succession and pig carcass decomposition in a natural forest area in southeastern Brazil. **Journal of Forensic Science**, v. 46, n. 3, p. 604-608. 2001.

CARVALHO, L.M.L. et al. Checklist of Arthropods Associated with Pig Carrion and Human Corpses in Southeastern Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 95, n. 1, p. 135-138. 2000.

CARVALHO, M.R. de et al. Systematics must embrace comparative biology and evolution, not speed and automation. **Evolutionary Biology**, v. 35, p. 97–104. 2008.

CARVALHO, R.P. et al. Dipterofauna Associated With Rat Carcasses in the Atlantic Forest, Southeastern Brazil. **Journal of Medical Entomology**, v.0, n. 0, p. 1-12. 2017.

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

CERRETTI, P. et al. First fossil of an oestroid fly (Diptera: Calyptratae: Oestroidea) and the dating of oestroid divergences. **PLOS One**, v.12, n. 8, p. 1-24. 2017.

CHAZDON, R. L. Beyond deforestation: restoring forests and ecosystem services on degraded lands. **Science**, v. 320, n. 5882, p. 1458-1460. 2008.

COURI, M.S. et al. Diptera da Serra do Navio (Amapá, Brasil): Asilidae, Bombyliidae, Calliphoridae, Micropezidae, Muscidae, Sarcophagidae, Stratiomyiidae, Syrphidae, Tabanidae e Tachinidae. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 2, n. 1, p. 91-101. 2000.

CROSSKEY, R.W. A systematic revision of the Ameniinae (Diptera: Calliphoridae). **Bulletin of the British Museum (Natural History) Entomology**, v. 16, n. 2, p. 35-140. 1965.

CRUZ, T.M. & VASCONCELOS, S.D. Entomofauna de solo associada à decomposição de carcaça de suíno em um fragmento de Mata Atlântica. **Biociências**, v. 14, n. 2, p. 193-201. 2006.

CRUZ, T.M. et al. Diversity of Diptera species associated with pig carcasses in a Brazilian city exposed to high rates of homicide. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 61, p. 1-7. 2021.

D'ALMEIDA, J.M. **Sinantropia em dípteros caliptratos na área metropolitana do Rio de Janeiro**. Tese (Mestrado em Ciências) – Parasitologia Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, p. 212. 1983.

EISEMANN, C. H. & Rice, M. J. Attractants for the gravid Queensland fruit fly *Dacus tryoni*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 62, p. 125-130. 1992.

ESPIG, S.A. et al. Distribuição de nutrientes entre a vegetação florestal e o solo em fragmento de Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.3, n.2, p.132-137. 2008.

ESPOSITO, M.C.; SOUSA, J.R.R.; CARVALHO-FILHO, F. S. Diversidade de Calliphoridae (Insecta: Diptera) na Base de Extração Petrolífera da Bacia do Rio Urucu, na Amazônia brasileira. **Acta Amazonica**, v. 40, n. 3, p. 579-584. 2010.

ESSEEN, P. & RENHORN, K. Edge effects on an epiphytic lichen in fragmented forests. **Conservation Biology**, v. 12, p. 1307-1317. 1998.

FAÇANHA, B.L.B.; ESPOSITO, M.C.; JUEN, L. Armadilhas com iscas e alturas distintas influenciam a captura de moscas Calliphoridae e Mesembrinellidae? **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, v. 1, n. 2. 2020.

FERRAZ, A.C.P.; GADELHA, B.Q.; AGUIAR-COELHO, V.M. Análise faunística de Calliphoridae (Diptera) da Reserva Biológica do Tinguá, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, n. 4, p. 620-628. 2009.

FERRAZ, A.C.P.; GADELHA, B.Q.; AGUIAR-COELHO, V.M. Influência Climática e Antrópica na Abundância e Riqueza de Calliphoridae (Diptera) em Fragmento Florestal da Reserva Biológica do Tinguá, RJ. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 4, p. 476-485. 2010a.

FERRAZ, A.C.P. et al. Effects of forest fragmentation on dipterofauna (Calliphoridae) at the Reserva Biológica do Tinguá, Nova Iguaçu, RJ. **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, n. 1, p. 55-63.2010b.

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.

FIGUEIREDO, A.L. de. et al. Faunistic Analysis of the Families Calliphoridae and Mesembrinellidae (Diptera) at Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Brazil. **Journal of Medical Entomology**, v. 55, n. 6, p. 1527-1535. 2018.

FLÓREZ-ABREU, S. et al. Histología del complejo óptico y cérebro de *Eumesembrinella* (Townsend, 1931) (Diptera: Calliphoridae). **Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa**, v. 67, p. 211-216. 2020.

FONTEBASSO, G. **Diversidade de insetos necrófagos em remanescente de floresta estacional semidecídua**. Dissertação (Mestrado em Biociências) – Faculdade de Ciências na Universidade Estadual Paulista. Bauru, p. 57. 2020.

FURUSAWA, G.P. & CASSINO, P.C.R. Ocorrência e Distribuição de Calliphoridae (Díptera, Oestroidea) em um Fragmento de Mata Atlântica Secundária no Município de Engenheiro Paulo de Frontin, Médio Paraíba, RJ. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n. 1, p. 152-164. 2006.

GADELHA, B.Q. et al. Edge effects on the blowfly fauna (Diptera, Calliphoridae) of the Tijuca National Park, Rio de Janeiro, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, n.4, p. 999-1007. 2015.

GADELHA, B.Q.; FERRAZ, A.C.P.; AGUIAR-COELHO, V.M. A importância dos mesembrinelíneos (Diptera: Calliphoridae) e seu potencial como indicadores de preservação ambiental. **Oecologia Brasiliensis**, v. 13, n. 4, p. 661-665. 2009.

GIGLIO-TOS, E. Diagnosi di nuovi generi e di nuove specie di ditteri. **Bollettino dei musei di zoologia ed anatomia comparata**, v. 86, p. 1-11. 1893.

GOMES, L.; GOMES, G.; DESUÓ, L.C. A preliminary study of insect fauna on pig carcasses located in sugarcane in winter in southeastern Brazil. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 53, p. 155-159. 2009.

GREENBERG, B. House fly nutrition. I. Quantitative study of the protein and sugar requirements of males and females. **Journal of Cellular and Comparative Physiology**, v. 53, n. 2, p. 169-177. 1959.

GUIMARÃES, H.B. et al. Evolução da condição ambiental em fragmentos de mata atlântica na região metropolitana do Recife–PE. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, n.2, p.306-314. 2012.

GUIMARÃES, J.H. A systematic revision of the Mesembrinellidae, stat. nov. (Diptera, Cyclorrhapha). **Arquivos de Zoologia**, v. 29, n. 1, p. 1-109. 1977.

GUIMARÃES, S.E.F. et al. Forensic entomology in research and practice: an overview of forensic experts' perceptions and scientific output in Brazil. **International Journal of Legal Medicine**, v. 136, p. 1149–1161. 2022.

HAINES, L.R. et al. Big Baby, Little Mother: Tsetse Flies Are Exceptions to the Juvenile Small Size Principle. **BioEssays**, v. 42, n. 11. 2020.

HALL, D.G. **The blowflies of North America** (v. 4), 477 p. In: Entomological Society of America, Thomas Say Foundation. Washington, D.C. 1948.

JAMES, M.T. **Family Calliphoridae**. In: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. São Paulo, v. 102, p. 1-28. 1970.

JAUME-SCHINKEL, S. New geographical records of Mesembrinellidae (Diptera: Oestroidea) in Mexico. **Revista Chilena de Entomologia**, v. 47, n. 4, p. 741-746. 2021.

JUNQUEIRA, A.C.M. et al. Large-scale mitogenomics enables insights into Schizophora (Diptera) radiation and population diversity. **Scientific Reports UK**, v. 6, n. 1, p. 1-13. 2016.

KASPER, J. **Examinations of decomposition-processes and the olfactory sense of the necrophagous fly *Lucilia caesar* (L.) (Diptera: Calliphoridae) in relationship to the fly's physiological state.** Tese (Doutorado em Entomologia) – Humboldt- Universität zu Berlin. UniInstituto. Berlim, p. 188. 2013.

KAWAKITA, C.Y. **Medição do ruído de tráfego na rodovia SP-270 e avaliação quanto ao conforto acústico de seus moradores**. Dissertação (Mestre em Engenharia) – Universidade de São Paulo – Escola Politécnica. São Paulo, p. 174. 2008.

KOROIVA, R. et al. DNA barcodes for forensically importante fly species in **Brazil. Journal of Medical Entomol**ogy, v. 20, n. 10, p. 1-7. 2018.

KOSMANN, C. et al. A list of current valid blow fly names (Diptera: Calliphoridae) in the Americas South of Mexico with key to the brazilian species. **EntomoBrasilis**, v. 6, n. 1, p. 74-85. 2013.

KOSSMANN, C. et al. Lista das espécies de Calliphoridae (Diptera, Oestroidea) do Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. **Iheringia Serie Zoologia**, v. 107(supl.). 2017.

KUTTY, S.N. et al. Phylogenomic analysis of Calyptratae: resolving the phylogenetic relationships within a major radiation of Diptera. **Cladistics**, v. 35, p. 605-622. 2019.

KUTTY, S.N., et al. Molecular phylogeny of the Calyptratae (Diptera: Cyclorrhapha) with an emphasis on the superfamily Oestroidea and the position of Mystacinobiidae and McAlpine's fly. **Systematic Entomology**, v. 35, p. 614–635. 2010.

LEA-CHARRIS, E.R.; WOLFF, M.; CASTRO, L.R. ITS2 para la identificación de califorídeos (Diptera: Calliphoridae) de importância forense em Colombia. **Acta Biológica Colombiana**, v. 21, n. 3 p. 543-553. 2016.

LEDO, R.M.D. & COLLI, G.R. The historical connections between the Amazon and the Atlantic Forest revisited. **Journal of Biogeography**, v. 44, p. 2551-2563. 2017.

LEWINSOHN, T.M.; FREITAS, A.V.L.; PRADO, P.I. Conservação de invertebrados terrestres e seus habitats no Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 62-69. 2005.

LIMA, N.E. de et al. Caracterização e história biogeográfica dos ecossistemas secos neotropicais. **Rodriguésia**, v. 69, n. 4, p. 2209-2222. 2018.

LINS-E-SILVA, A.C.B. & RODAL, M.J.N. **Tree community structure in an Urban Atlantic Forest remnant in Pernambuco, Brazil**. Memoir of New York Botanical Garden, New York, 2007 (no prelo).

LOPES, A.V. et al. Long-term erosion of tree reproductive trait diversity in edge-dominated Atlantic Forest fragments. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1154–1165. 2009.

LUIZ, H.L.; TAIRA, T.L.; KOLLER, W.W. New records of Muscidae (Diptera) in Campo Grande, MS, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária,** v. 21, n. 4, p. 412-414. 2012.

LUZ, R.T. et al. 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. 20, n. 10, p. 1-10. 2020a.

LUZ. R.T. et al. Population Fluctuation, Influence of Abiotic Factors and the Height of Traps on the Abundance and Richness of Calliphoridae and Mesembrinellidae. **Journal of Medical Entomology**, v. 20, n. 10, p. 1-10. 2020b.

MARILUIS, J.C. & PERIS, S.V. Datos para uma sinopsis de los Calliphoridae neotropicales. **Eos**, v. 60, p. 67-86. 1984.

MARILUIS, J.C. et al. Moscas Calliphoridae y Mesembrinellidae de Puerto Iguazu, composicion especifica y ecologia (Insecta, Diptera). **Graellsia**, v. 46, p. 7-18. 1990.

MARILUIS, J.C. Una nueva especie de Mesembrinellidae. **Eos**, v. 63, p. 107-113. 1987.

MARINHO, C.R. et al. Diversity of Calliphoridae (Diptera) in Brazil's Tinguá Biological Reserve. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 1A, p. 95-100. 2006.

MARINHO, M.A.T. et al. Molecular phylogenetics of Oestroidea (Diptera: Calyptratae) with emphasis on Calliphoridae: Insights into the inter-familial relationships and additional evidence for paraphyly among blowflies. **Molecular Phylogenetic Evolution**, v. 65, p. 840-854. 2012.

MARINHO, M.A.T. et al. The first phylogenetic study of Mesembrinellidae (Diptera: Oestroidea) based on molecular data: clades and congruence with morphological characters. **Cladistics**, p. 1-19. 2017.

MARINHO, M.A.T; JUNQUEIRA, A.C.M; AZEREDO-ESPIN, A.M.L. Evaluation of the internal transcribed spacer 2 (ITS2) as a molecular marker for phylogenetic inference using sequence and secondary structure information in blow flies (Diptera: Calliphoridae). **Genetica**, v. 139, p. 1189-1207. 2011.

MEIER, R.; KOTRBA, M.; FERRAR, P. Ovoviviparity and viviparity in the Diptera**.** **Biological Reviews**, v. 74, p. 199-528. 1999.

MELLO, R.P. de. **Contribuição ao estudo dos Mesembrinellinae sulamericanos (Diptera, Calliphoridae).** Tese (Doutorado em Ciências) – Zoologia Médica e Parasitologia da Escola Nacional de Veterinária da Universidade Rural do Brasil. Rio de Janeiro, p. 121. 1967.

MELLO, R.S. et al. Calliphorid fly (Diptera, Calliphoridae) attraction to different colored traps in the Tinguá Biological Reserve, Rio de Janeiro, Brazil. **Iheringia Serie Zoologia**, v. 99, n. 4, p. 426-430. 2009.

MELLO, R.S.; QUEIROZ, M.M.C; AGUIAR-COELHO, V.M. Population fluctuations of calliphorid species (Diptera, Calliphoridae) in the Biological Reserve of Tinguá, state of Rio de Janeiro, Brazil. **Iheringia Serie Zoologia**, v. 97, n. 4, p. 481-485. 2007.

MICHELSEN, V. & PAPE, T. Ulurumyiidae – a new family of calyptrate flies (Diptera). **Systematic Entomology**, v. 42, p. 826–836. 2017.

MIRANDA, R. & BERMÚDEZ, S. Ácaros (Arachnida: Acari) associados com moscas Calliphoridae (Diptera: Oestroidea) em três localidades de Panamá. **Revista Colombiana de Entomologia**, v. 34, n. 2, p. 192-196. 2008.

MOLL, P. **Análise Cladística e Biogeográfica de Mesembrinellidae (Diptera, Oestroidea).** Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 214. 2014.

MORRONE, J.J. Biogeographic areas and transition zones of Latin America and the Caribbean Islands based on panbiogeopraphic and cladistic analyses of the entomofauna. **Annual Review of Entomology**, v. 51, p. 467-494. 2006.

MORRONE, J.J. Biogeographical regionalisation of the Neotropical region. **Zootaxa**, v. 3782, n. 1, p. 1-110. 2014.

NASSER, M.G. et al. Evolutionary profile of the family Calliphoridae, with notes on the origin of myiasis. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 28, p. 2056–2066. 2021.

NUORTEVA, P. **Sarcosaprophagous insects as forensic indicators**. In: C. G. Tedeshi, W. G. Eckert & L. G. Tedeshi (eds.). Forensic medicine: a study in trauma and environmental hazards. Philadelphia, Saunders, 1680 p. 1977.

OLIVEIRA, D.L.; SOARES, T.F.; VASCONCELOS, S.D. Effect of bait decomposition on the attractiveness to species of Diptera of veterinary and forensic importance in a rainforest fragment in Brazil. **Parasitology Research**, v. 115, p. 449-455. 2016.

OLIVEIRA, M.A. de et al. Bioindicadores ambientais: insetos como um instrumento desta avaliação. **Rev**ista **Ceres**, v. 61 (supl.), p. 800-807. 2014.

OLIVEIRA-COSTA, Janyra. **Entomologia Forense:** Quando os insetos são vestígios. 2. ed. Campinas: Millennium Editora, 2008. 456 p.

PAMPONET, F. et al. Análise temporal de Calliphoridae (Diptera: Cyclorrhapha) no processo de decomposição em carcaças de suínos (*Sus scrofa* Linnaeus) em Salvador, Bahia, Brasil. **EntomoBrasilis**, v. 12, n. 2, p. 63-69. 2019.

PAPE, T. Phylogeny of the Tachinidae family-group (Diptera: Calyptratae). **Tijdschrift Voor Entomologie**, v. 135, p. 43-86. 1992

PARIKH, G.; RAWTANI, D. & KHATRI, N. Insects as an Indicator for Environmental Pollution. **Environmental Claims Journal**, v. 33, n. 2, p. 1-21. 2020.

PASTRANA, Y.R. & ECHEVERRY, M.I.W. Entomofauna cadavérica asociada a cerdos expuestos al sol y sombra, en el Piedemonte Amazónico Colombiano. **Momentos de Ciencia**, v. 8, n. 1, p. 45-54. 2011.

PEDRAZA-LARA, C. et al. Species Delimitation of Scavenger Flies in the Valley of Mexico. **Journal of Medical Entomology**, v. 58, n. 6, p. 2206–2215. 2021.

PERIS, S.V. & MARILUIS, J.C. Notas sobre Mesembrinellidae. **Eos**, v. 60, p. 251-265. 1984.

POLLET, M. Diptera as ecological indicators of habitat and habitat change. In: PAPE, T.; BICKEL, D; MEIER, R. **Diptera diversity: Status, challenges and tools**. Boston: Brill, 2009. Cap. 7, p. 302-322.

QUEIROZ, C.L.D. et al. Saprophytic flies in impacted areas of the Belo Monte Dam, Pará, Brazil (Diptera: Mesembrinellidae, Neriidae, Ropalomeridae, and Sarcophagidae): community composition, abundance, and species richness. **Biota Neotropica**, v. 21, n. 1, p. e20201026. 2021.

RIBEIRO, A.C. et al. Influência de depósito de lixo em califorídeos (Diptera: Calliphoridae) de uma Área de Preservação Ambiental (APA) no município de Rio Bonito, Rio de Janeiro, Brasil. **Entomofauna**, v. 30, n. 10, p. 92-104. 2015.

RIBEIRO, M.C. et al. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1141–1153. 2009.

RIBEIRO, P.B. & CARVALHO, C.J.B. Pictorial key to Calliphoridae genera (Diptera) in southern Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 7, n. 2, p. 137-140. 1998.

RODRIGUES-GUIMARÃES, R. et al. Abundância absoluta, relativa e sazonalidade de dípteros califorídeos (Diptera, Calliphoridae) na Baixada Fluminense, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista de Ciência & Tecnologia**, v. 7, n. 1, p. 50-63. 2007.

RODRIGUES-GUIMARÃES, R. et al. Sinantropia da Fauna de Califorídeos (Diptera, Calliphoridae) na Baixada Fluminense, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista de Ciência & Tecnologia**, v. 8, n. 1, p. 22-33. 2008.

ROGNES, K. The Calliphoridae (blowflies) (Diptera: Oestroidea) are not a monophyletic group. **Cladistics**, v. 13, p. 27-68. 1997.

ROLO, E.A. et al. Identification of sarcosaprophagous Diptera species through DNA barcoding in wildlife forensic. **Forensic Science International**, v. 228, n. 1–3, p. 160-164. 2013.

SANTOS, J.C.; DELABIE, J.H.C. & FERNANDES, G.W.A. 15-year post evaluation of the fire effects on ant community in an area of Amazonian Forest. **Rev. Bras. Entomol**., v. 52, p. 82-87. 2008.

SINGH, B. & WELLS, J.D. Molecular systematics of the Calliphoridae (Diptera: Oestroidea): Evidence from one mitochondrial and three nuclear genes. **J. Med. Entomol**., v. 50, n. 1, p. 15-23. 2013.

SIQUEIRA-FILHO, J.A. & TABARELLI, M. Bromeliad species of the Atlantic Forest of north-east Brazil: losses of critical populations of endemic species. **Oryx**, v. 40, p. 218–224. 2006.

SOARES, T.F. & VASCONCELOS, S.D. Diurnal and Nocturnal Flight Activity of Blow Flies (Diptera: Calliphoridae) in a Rainforest Fragment in Brazil: Implications for the Colonization of Homicide Victims. **Journal of Forensic Science**, v. 61, n. 6, p. 1571-1577. 2016.

SOLANO, J.J.; WOLFF, M.; CASTRO, L.R. Identificación molecular de califóridos (Diptera: Calliphoridae) de importância forense em Colombia. **Revista Colombiana de Entomologia**, v. 39, n. 2, p. 281-290. 2013.

SOSMA. SOS Mata Atlântica, c2021. **Atlas da Mata Atlântica**. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/iniciativas/atlas-da-mata-atlantica>. Acesso em: 17 de maio de 2022.

SOUSA, J.E.N. de. et al. Riqueza de dipterofauna associada à matéria orgânica em decomposição em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual no sul de Goiás. **Biotemas**, v. 27, n. 4, p. 73-81. 2014b.

SOUSA, J.R.P. de; ESPOSITO, M.C.; CARVALHO FILHO, F.S. Composição, abundância e riqueza de Calliphoridae (Diptera) das matas e clareiras com diferentes coberturas vegetais da Base de Extração Petrolífera, bacia do Rio Urucu, Coari, Amazonas. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, n. 2, p. 270-276. 2010.

SOUSA, J.R.P. de; ESPOSITO, M.C.; CARVALHO-FILHO, F.S. Diversity of Calliphoridae and Sarcophagidae (Diptera, Oestroidea) in continuous forest and gaps at different stages of regeneration in the Urucu oilfield in western Brazilian Amazonia. **Revista Brasileira de Entomologia,** v. 55, n. 4, p. 578-582. 2011.

SOUSA, J.R.P. de. et al. The Potential Uses of Sarcosaprophagous Flesh Flies and Blowflies for the Evaluation of the Regeneration and Conservation of Forest Clearings: A Case Study in the Amazon Forest. **Journal of Insect Science,** v. 14, n. 215, p. 1-5. 2014a.

SOUSA, J.R.P. de; CARVALHO-FILHO, F.S.; ESPOSITO, M.C. Distribution and Abundance of Necrophagous Flies (Diptera: Calliphoridae and Sarcophagidae) in Maranhão, Northeastern Brazil. **Journal of Forensic Science**, v. 15, n. 1, p. 1-10. 2015.

SOUSA, J.R.P. de. et al. Evaluating the Effects of Different Vegetation Types on Necrophagous Fly Communities (Diptera: Calliphoridae; Sarcophagidae): Implications for Conservation. **PLOS One**, v. 11, n. 10, p. 1-23. 2016.

SOUSA, J.R.P. de. et al. The effects of cattle ranching on the communities of necrophagous flies (Diptera: Calliphoridae, Mesembrinellidae and Sarcophagidae) in Northeastern Brazil. **Journal of Insect Conservation**, v. 24, p. 705-717. 2020.

SOUSA, J.R.P. de et al. Diversity of Necrophagous Flies (Diptera: Calliphoridae, Mesembrinellidae, and Sarcophagidae) in Anthropogenic and Preserved Environments of Five Different Phytophysiognomies in Northeastern Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 50, n. 3, p. 537–550. 2021.

SOUZA, C.R. de & ZUBEN, C.J.V. Diversity and Synanthropy of Calliphoridae (Diptera) in the Region of Rio Claro, SP, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 41, p. 243-248. 2012.

SOUZA, M.S. de. et al. Blow Flies from Forest Fragments Embedded in Different Land Uses: Implications for Selecting Indicators in Forensic Entomology. **Journal of Forensic Science**, v. 61, n. 1, p. 93-98. 2016.

SOUZA, A.S.B. de et al. A survey of Calliphoridae and Mesembrinellidae (Diptera) in semideciduous seasonal forest, Paraná, Brazil. **Biotemas**, v. 34, n. 1, p. 1-10. 2021.

STIREMAN, J.O. et al. Molecular phylogeny and evolution of world Tachinidae (Diptera). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 139, 106358. 2019

SURCOUF, J.M.R. Revision des Muscidae Testaceae. Nouv. **Archives du Muséum d'Histoire Naturelle, Paris**, v. 5, p. 27-124. 1919.

TABARELLI M, et al. Effects of pioneer tree species hyper abundance on forest fragments in northeastern Brazil. **Conservation Biology**, v. 24, p. 1654–1663. 2010.

TAVARES, M.C.H. **Sucessão faunística de populações de insetos associados à decomposição de carcaças de suínos expostas em diferentes altitudes e condições pluviométricas na Reserva Florestal da Serra do Japi, Jundiaí, SP**. Tese (Doutorado em Parasitologia) – Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, p. 120. 2003.

TOMA, R. & CARVALHO, C.J.B. de. Estudo filogenético de Mesembrinellinae com ênfase no gênero *Eumesembrinella* Townsend (Diptera, Calliphoridae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 12, n. 1, p. 127-144. 1995.

URURAHY-RODRIGUES, A.; RAFAEL, J.A.; PUJOL-LUZ, J. R. Temporal Distribution of Blowflies of Forensic Importance (Diptera: Calliphoridae), in Man-Size Domestic Pigs Carcasses, in the Forest Reserve Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas, Brazil. **EntomoBrasilis**, v. 6, n. 1, p. 9-22. 2013.

VARGAS, L.V. **Contribuições ao conhecimento biogeográfico de Mesembrinellidae e estudo faunístico de Calliphoridae e Mesembrinellidae (Diptera: Oestroidea) no sul do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Instituto de Biologia da Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, p. 98. 2020.

VASCONCELOS, S.D. & ARAUJO, M.C.S. Necrophagous species of Diptera and Coleoptera in northeastern Brazil: state of the art and challenges for the Forensic Entomologist. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 56, n. 1, p. 7-14. 2012.

VASCONCELOS, S.D. et al. 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. 145, p. 1-11. 2013.

VASCONCELOS, S.D.; BARBOSA, T.M.; OLIVEIRA, T.P.B. Diversity of forensically-important dipteran species in different environments in northeastern Brazil, with notes on the attractiveness of animal baits. **Florida Entomologist**, v. 98, n. 2, p. 770-775. 2015.

VELÁSQUEZ, Y. et al. Checklist and distribution maps of the blow flies of Venezuela (Diptera, Calliphoridae, Mesembrinellidae). **ZooKeys**, v. 645, p. 103-132. 2017.

VELOSO, H.P., RANGEL FILHO, A.L.R. & LIMA, J.C.A. 1991. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. IBGE, Rio de Janeiro.

VIANA-JUNIOR, A.B. et al. Diversity partitioning and distance-decay relationship of saprophytic flies (Insecta: Diptera) in the western Brazilian Amazon. **Acta Oecologica**, v. 112, 103768. 2021.

WHITWORTH, T.L. & YUSSEFF-VANEGAS, S. A revision of the genera and species of the Neotropical family Mesembrinellidae (Diptera: Oestroidea). **Zootaxa**, v. 4659, n. 1, p-1-146. 2019.

WINKLER, I.S. et al. Explosive radiation or uninformative genes? Origin and early diversification of tachinid flies (Diptera: Tachinidae). **Molecular Phylogenetic Evolution**, v. 88, p. 38-54. 2015.

WOLFF, M. A new species of *Mesembrinella* (Diptera: Calliphoridae: Mesembrinellinae) from Colombia**. Revista Colombiana de Entomologia**, v. 39, n. 1, p. 120-124. 2013.

WOLFF, M. & KOSMANN, C. Families Calliphoridae and Mesembrinellidae. **Zootaxa**, v. 4122, n. 1, p. 856-875. 2016.

WOLFF, M. et al. Two new species of *Huascaromusca* Townsend from Colombia, and a new combination for *Giovanella carvalhoi* (Diptera: Mesembrinellidae). **Zootaxa**, v. 4231, n. 2, p. 241-263. 2017.

WOLFF, M.; BONATTO, S.R.; CARVALHO, C.J.B. de. Review of *Thompsoniella* Guimarães with description of a new species from Colombia (Diptera, Calliphoridae, Mesembrinellinae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 58, n. 4, p. 319-325. 2014.

WOLFF, M.; RAMOS-PASTRANA, Y.; PUJOL-LUZ, J.R. Description of the male of *Laneella perisi* (Mariluis) (Diptera: Calliphoridae) n. comb. **Neotropical Entomology,** v. 42, p. 58-62. 2013a.

WOLFF, M.; RAMOS-PASTRANA, Y.; PUJOL-LUZ, J.R. A new species of *Giovanella* Bonatto (Diptera, Calliphoridae, Mesembrinellinae) from Colombia. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 57, n. 2, p. 129-132. 2013b.

YAN, L. et al. Monophyletic blowflies revealed by phylogenomics. **BMC Biology**, v. 19, n. 230, p. 1-14. 2021.

APÊNDICE A - KEYWORDS ASSOCIATED WITH BOOLEAN OPERATORS, USED TO RESEARCH IN WEB OF SCIENCE AND GOOGLE SCHOLAR AND QUANTITATIVE RESULTS.

Keywords and operators	Results	
	Web of Science	Google Scholar
Mesembrinellidae NOT Mesembrinellinae	37	162
Mesembrinellinae NOT Mesembrinellidae	25	109
Mesembrinellidae AND “forensic entomology” NOT Mesembrinellinae	19	61
Mesembrinellinae AND “forensic entomology” NOT Mesembrinellidae	3	43
Mesembrinellidae AND “entomologia forense” NOT Mesembrinellinae	10	25
Mesembrinellinae AND “entomologia forense” NOT Mesembrinellidae	1	30
Mesembrinellidae AND “synanthropy” NOT Mesembrinellinae	8	44
Mesembrinellinae AND “synanthropy” NOT Mesembrinellidae	1	18
Mesembrinellidae AND “sinantropia” NOT Mesembrinellinae	9	55
Mesembrinellinae AND “sinantropia” NOT Mesembrinellidae	1	36
Albuquerquea AND Mesembrinelli*	2	3
Eumesembrinella AND Mesembrinelli*	13	2
Giovanella AND Mesembrinelli*	7	1
Henriquella AND Mesembrinelli*	3	1
Huascaromusca AND Mesembrinelli*	12	2
Laneella AND Mesembrinelli*	11	2
Mesembrinella AND Mesembrinelli*	31	5
Souzalopesiella AND Mesembrinelli*	4	2
Thompsoniella AND Mesembrinelli*	6	2