



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE NEOTROPICAL
MESTRADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Wellington Thadeu de Alcantara Azevedo

ESTUDO DE CALLIPHORIDAE (DIPTERA) ATRAÍDOS POR CARCAÇAS DE
RATOS (*Rattus rattus*) NO PARQUE NACIONAL DA TIJUCA, RJ

Rio de Janeiro, 2016

Wellington Thadeu de Alcantara Azevedo

**ESTUDO DE CALLIPHORIDAE (DIPTERA) ATRAÍDOS POR CARCAÇAS
DE RATOS (*Rattus rattus*) NO PARQUE NACIONAL DA TIJUCA, RJ**

Dissertação apresentada ao Programa de
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade
Neotropical, da Universidade Federal do Estado
do Rio de Janeiro como requisito para obtenção
do grau de mestre em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof.^a Dra. Valéria Magalhães
Aguar

Rio de Janeiro – RJ

2016

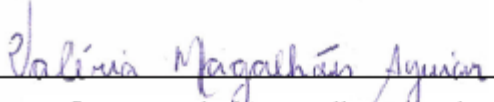
Wellington Thadeu de Alcantara Azevedo

**ESTUDO DE CALLIPHORIDAE (DIPTERA) ATRAÍDOS POR CARCAÇAS DE
RATOS (*Rattus rattus*) NO PARQUE NACIONAL DA TIJUCA, RJ**

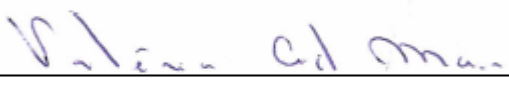
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Neotropical, da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro como requisito para obtenção do grau de mestre em Ciências Biológicas.

Rio de Janeiro, 25 de Fevereiro de 2016.

Banca Examinadora:



Prof.^a Dra. Valéria Magalhães Aguiar (Orientadora)
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO



Prof.^a Dra. Valéria Cid Maia
Museu Nacional - UFRJ



Prof. Dr. Rafael da Rocha Fortes
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO

RESUMO

Entomologia Forense vem sendo reconhecida como ferramenta de auxílio em procedimentos penais, em especial na estimativa do Intervalo pós morte (IPM). Por isso, torna-se fundamental o estudo da fauna cadavérica dos mais variados ambientes, como forma de levantar informações utilizadas nesta ciência. Este estudo levantou informações sobre a fauna de Calliphoridae associada a carcaças de ratos no Parque Nacional da Tijuca, RJ, durante as quatro estações do ano, a fim de conhecer a fauna cadavérica local e avaliar possíveis fatores que podem interferir na sua atratividade e desenvolvimento. Um novo modelo de armadilha entomológica foi desenvolvido, no qual foram expostas seis carcaças, três de cada sexo, em cada coleta realizada, conforme aprovado pelo Comitê de Ética de Pesquisas em Animais. As coletas foram realizadas nas quatro estações de 2015, nas quais foram expostas seis carcaças de *Rattus rattus* por estação, três de cada sexo, em pontos georreferenciados. Foram capturadas, ao todo, dez espécies de Calliphoridae, sendo *Lucilia eximia* a espécie pioneira e dominante nos estágios de Inchamento e Decomposição, seguida por *Hemilucilia segmentaria* e *Hemilucilia semidiaphana*, dominantes nos estágios de Fermentação e Seco, sendo esta última a mais abundante neste estudo. O tempo de decomposição variou de oito dias, no verão, a doze dias, no inverno. Segundo análise de PermANOVA realizada, não houve influência do sexo das carcaças sobre a atratividade de Calliphoridae nem sobre o tempo de decomposição. No entanto, carcaças do sexo masculino atraem maior riqueza de espécies do que as do sexo feminino, apresentando maior diversidade em todas as estações, exceto durante o outono. A abundância de insetos atraídos por carcaças do sexo masculino também é superior ao atraído por carcaças do sexo feminino durante todo o processo de decomposição, exceto durante o estágio de Fermentação, quando o inverso ocorre. O impacto dos fatores ambientais foi medido por análises de correlação, não havendo influência destes sobre a ocorrência das espécies de Calliphoridae. Através de uma análise de PermANOVA foi possível distinguir que a fauna decompositora estudada diferiu significativamente na primavera, quando houve a menor abundância das espécies comparando com as outras estações, sendo a maior abundância registrada durante o inverno.

Palavras-chave: Entomologia forense, Mata Atlântica, Sucessão ecológica

ABSTRACT

Forensic Entomology is becoming known as an auxiliary tool in penal procedures, especially to determine the postmortem interval (PMI). Therefore, the study of cadaveric fauna in various environments is essential, as a way to survey information to be used in this science. This study collected data about the Calliphoridae fauna associated to rats' carcass at Parque Nacional da Tijuca, RJ, during the four seasons of the year, in order to know the local cadaveric fauna and evaluate possible factors that can interfere in their attractiveness and development. A new model of entomologic trap was developed, in which six carcasses were exposed, three of each sex, in each collection carried out, as approved for Ethics Committee for Studies with Animals. The collections were realized during the four seasons of 2015, in which were exposed six carcasses of *Rattus rattus* per season, three of each sex, in georeferenced locations. A total of ten species were captured, being *Lucilia eximia* the pioneer and dominant species during Bloated and Decay stages, followed by *Hemilucilia segmentaria* and *Hemilucilia semidiaphana*, dominant during Post-Decay and Dry, being the last one the most abundant in this study. Time of decay ranged from eight days, during summer, to twelve days, during winter. According to PerMANOVA analysis, there was no influence of the sex of carcasses in the attractiveness of Calliphoridae neither in decay duration time. However, male carcasses attract higher richness of species compared to the female ones, presenting higher diversity in every stations, except autumn. The abundance of insects attracted for male carcasses is also superior compared to the female ones during all the decay process, except during the Post-Decay, when the opposite occurs. The impact of environmental factors was measured through correlation analysis, having no influence on the occurrence of Calliphoridae species. Through PerMANOVA analysis, it was possible to distinguish that the decomposing fauna studied differed significantly in spring, when the smaller abundance of the species occurred in comparison to the other seasons, being in winter the highest abundance registered.

Key-words: Forensic entomology, Atlantic Rainforest, Ecological succession

LISTA DE ILUSTRAÇÕES:

Figura 1: As coletas foram realizadas em seis pontos georeferenciados no Setor A do Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil	06
Figura 2: 2.1: Esquema da armadilha confeccionada para a captura de Calliphoridae atraídos por carcaças de ratos no Parque Nacional da Tijuca, RJ, durante o verão (2014), outono, inverno e primavera (2015). A carcaça é exposta na gaiola (A), que fica coberta pela caixa de contenção de artrópodes (B). Os insetos são atraídos para o recipiente coletor acima (C) pela luminosidade e ficam retidos. 2.2: Armadilha preparada no local de coleta	08
Figura 3: Flutuação sazonal da ocorrência das espécies de Calliphoridae capturadas em carcaças de <i>Rattus rattus</i> dos sexos masculino e feminino durante o verão (2014), outono, inverno e primavera (2015), no Parque Nacional da Tijuca, RJ	19
Figura 4: Estágios de decomposição de carcaças de <i>Rattus rattus</i> expostas no Parque Nacional da Tijuca (RJ). 1. Estágio de Inchamento (outono de 2015, carcaça do sexo feminino); 2. Estágio de Decomposição, detalhe do princípio de atividade larval no orifício oral (inverno de 2015, carcaça do sexo masculino); 3. Estágio de Fermentação, com rompimento do tecido abdominal (inverno de 2015, carcaça do sexo feminino); 4. Estágio Seco, quando restam apenas ossos, pele e pelos, sem atividade larval (outono de 2015, carcaça do sexo feminino)	22
Figura 5: Registro de <i>Lucilia eximia</i> como espécie pioneira na localização e colonização das carcaças de <i>Rattus rattus</i> dos sexos feminino (1) e masculino (2) expostas durante o outono de 2015, no Parque Nacional da Tijuca, RJ	23
Figura 6: Espécies de Calliphoridae registradas durante os cinco estágios de decomposição de <i>Rattus rattus</i> durante as coletas realizadas no verão (2014), outono, inverno e primavera (2015), no Parque Nacional da Tijuca, RJ. O número sobre as barras corresponde ao número de indivíduos coletados	25
Figura 7: Análises de Redundância (1) e de Correspondência Canônica (2), realizadas para avaliar a influência dos fatores ambientais sobre a abundância das espécies de Calliphoridae coletadas no verão (2014), outono, inverno e primavera (2015), no Parque Nacional da Tijuca, RJ	35

Figura 8: Flutuação sazonal da ocorrência das espécies de Calliphoridae capturadas em carcaças de *Rattus rattus* durante o verão (2014), outono, inverno e primavera (2015), no Parque Nacional da Tijuca, RJ 36

Figura 9: Correlação entre a variação e temperatura e a abundância de *Mesembrinella bellardiana* coletada em carcaças de *Rattus rattus* no Parque Nacional da Tijuca, RJ, durante o verão de 2014, outono, inverno e primavera de 2015 44

LISTA DE TABELAS:

Tabela 1: Frequência absoluta (n) e relativa (%) das espécies de Calliphoridae capturadas em carcaças de <i>Rattus rattus</i> dos sexos masculino e feminino no Parque Nacional da Tijuca, RJ, durante o verão (2014), outono, inverno e primavera (2015)	14
Tabela 2: Índices faunísticos da biodiversidade de Calliphoridae comparando as carcaças de <i>Rattus rattus</i> dos sexos masculino e feminino nas coletas realizadas durante o verão (2014), outono, inverno e primavera (2015), no Parque Nacional da Tijuca, RJ	15
Tabela 3: Frequência absoluta (n) e relativa (%) das espécies de Calliphoridae capturadas nos quatro estágios de decomposição de <i>Rattus rattus</i> dos sexos masculino e feminino amostrados durante o verão (2014), outono, inverno e primavera (2015), no Parque Nacional da Tijuca, RJ	16
Tabela 4: Temperatura e umidade relativa do ar máxima, mínima e média e precipitação acumulada dos dias de coleta de Calliphoridae realizadas no verão (2014), outono, inverno e primavera (2015), no Parque Nacional da Tijuca, RJ, obtidos na Estação Meteorológica 83743, Rio de Janeiro, RJ – BDMEP/INMET	28
Tabela 5: Tempo de duração dos estágios de decomposição das carcaças de <i>Rattus rattus</i> dos sexos masculino e feminino durante o verão (2014), outono, inverno e primavera (2015), no Parque Nacional da Tijuca, RJ	29
Tabela 6: Matriz de comparação da comunidade de Calliphoridae entre o verão (2014), outono, inverno e primavera (2015), no Parque Nacional da Tijuca (RJ), através do teste de PerMANOVA. 0 = não apresentam diferença; 1 = estatisticamente diferentes	30
Tabela 7: Frequência absoluta (n) e relativa (%) das espécies de Calliphoridae capturadas nas carcaças de <i>Rattus rattus</i> durante o verão (2014), outono, inverno e primavera (2015), no Parque Nacional da Tijuca, RJ	31
Tabela 8: Valores dos coeficientes de correlação de Spearman (ρ), e respectivas significâncias, da abundância da espécie em relação aos fatores ambientais avaliados nas coletas de Calliphoridae realizadas durante o verão (2014), outono, inverno e primavera (2015), no Parque Nacional da Tijuca, RJ	34
Quadro 1: Distribuição temporal das espécies de Calliphoridae capturadas nas carcaças de <i>Rattus rattus</i> durante o verão (2014), outono, inverno e primavera (2015), no Parque	

Nacional da Tijuca (RJ), considerando a presença ou ausência das mesmas em cada estágio de decomposição nas carcaças dos sexos masculino (■) e feminino (■) 17

Quadro 2: Distribuição temporal das espécies de Calliphoridae capturadas nas carcaças, considerando a presença ou ausência das mesmas em cada estágio de decomposição de *Rattus rattus* durante as coletas realizadas no verão (2014), outono, inverno e primavera (2015), no Parque Nacional da Tijuca, RJ 24

SUMÁRIO:

1. Introdução	01
2. Objetivos	04
3. Materiais e Métodos	05
3.1. Desenvolvimento de nova armadilha	07
3.2. Análises estatísticas	09
3.2.1. Programas utilizados	09
3.2.2. Influência sexual	09
3.2.3. Influência ambiental	10
3.2.3.1. Correlação das variáveis abióticas	10
3.2.3.2. Flutuação populacional entre as estações	11
3.2.4. Análises de diversidade	11
4. Resultados	13
4.1. Influência sexual	13
4.2. Distribuição temporal e Sucessão	18
4.2. Influência ambiental	27
5. Discussão	38
5.1. Sucessão e Diversidade	38
5.2. Influência ambiental	41
5.3. Influência sexual	43
6. Conclusão	45
7. Referências bibliográficas	46

1. Introdução

Entomologia Forense é uma ferramenta importante para o esclarecimento de assassinatos, suicídios e outros atos criminais através da aplicação de conhecimentos sobre insetos, ou outros artrópodes, para fornecer auxílio em procedimentos policiais ou processos penais, por intermédio da interpretação de dados entomológicos encontrados na cena do crime que originou tais procedimentos legais (Oliveira-Costa, 2011; Ururahy-Rodrigues *et al.*, 2013). A sua aplicação mais comum relaciona-se com a investigação de homicídios, fornecendo elementos-chave na estimativa do Intervalo Pós-Morte (IPM) (Marchenko, 2001; Oliveira-Costa, 2011; Vasconcelos *et al.*, 2013), que é calculado com base nas informações de desenvolvimento das larvas e pupas coletadas no cadáver e seu entorno, que são mantidas em laboratório até a emergência dos adultos (Urrahy-Rodrigues *et al.*, 2013). Atualmente, evidências entomológicas em procedimentos médico-legais podem ser utilizadas em estudos de movimentação de cadáver, entomotoxicologia, casos de negligência, associação de suspeitos a vítimas por detecção de DNA em insetos e até crimes sexuais (Wells & Stevens, 2008; Grisales *et al.*, 2010; Oliveira-Costa, 2011; Vasconcelos & Araújo, 2012). Dentre os fatores intrínsecos que podem influenciar neste processo, foi observado que ratos machos que apresentam um padrão hormonal suprafisiológico decompõem-se mais rapidamente que fêmeas nas mesmas condições. Esses dados indicam ainda que a testosterona é, possivelmente, o principal responsável pela aceleração no processo de decomposição corporal, já que ratos tratados com hormônios femininos como progesterona e estradiol não mostraram diferenças significativas na decomposição em relação a grupos sem tratamento ou castrados (Ferrari *et al.*, 2008).

Entre os fatores extrínsecos que influenciam na velocidade da decomposição estão a temperatura, umidade do ar, precipitação, presença ou ausência de luz, sendo a temperatura o fator mais importante, seguida da umidade relativa (Carvalho & Linhares, 2001; Campobasso *et al.*, 2001). A ocorrência e interações de organismos decompositores, juntamente com a influência dos fatores abióticos e condições do cadáver determinam a velocidade e grau de sua decomposição, influencia na composição da biodiversidade local (Cruz & Vasconcelos, 2006). Os microorganismos saprófagos, como bactérias e fungos são os pioneiros no processo de decomposição de animais, sucedidos de artrópodes, principalmente pelos insetos necrófagos (Moura *et al.*, 2005),

que colonizam essas carcaças ao longo de todos os estágios de decomposição (Gomes & Von Zuben, 2006; Oliveira-Costa, 2011).

A classe Insecta é o grupo mais distinto de animais, contendo três vezes mais espécies que todos os outros grupos combinados, o que evidencia o seu sucesso evolutivo. Os insetos são de grande importância ecológica no ambiente terrestre. Podem ser agentes polinizadores, vetores de doenças, parasitas, pragas econômicas e seres decompositores (Serra-Freire & Mello, 2006). O estudo da diversidade dos insetos permite conhecer a situação de preservação ou degradação de um ambiente, haja vista que esses animais são importantes bioindicadores da qualidade do ambiente. Além disso, é possível identificar mudanças em ambientes, provocadas por fatores naturais ou antrópicos analisando-se a diversidade e a abundância da fauna de insetos (Gadelha *et al.*, 2015a; 2015b). Os insetos colonizam a carcaça em uma sucessão típica e bastante específica a cada grupo, agindo como indicadores do estágio de decomposição (Anderson, 2009). Diptera e Coleoptera são os principais grupos de insetos necrófagos envolvidos no processo de decomposição (Biavati *et al.*, 2010). A composição faunística pode variar em diversas escalas em função, principalmente, da topografia e fatores ambientais. (Silva *et al.*, 2010; Al-MesbahMSc, 2012; Silva, 2012). A competição interespecífica é uma relação comum nas comunidades necrófagas e também pode influenciar na distribuição das espécies, visto que estas são envolvidas em competição por exploração. A dominância de duas ou três espécies caracteriza o padrão de estrutura de comunidades necrófagas (Oliveira-Costa *et al.*, 2013). Devido a essas variações, se torna necessário o levantamento de informações para cada região, sendo inviável o uso de informações de regiões distintas (Al-MesbahMSc, 2010). A presença de humanos é outro fator determinante para a distribuição e diversidade de Calliphoridae (Marinho *et al.*, 2006; Mello *et al.*, 2007).

Na área médico-legal, os Calliphoridae (Diptera), popularmente conhecidos como moscas varejeiras, são os principais insetos envolvidos na decomposição de cadáveres expostos, pois são capazes de encontrar e colonizar carcaças geralmente em poucos minutos após a morte – durante o dia – e utilizam a carcaça como substrato para o desenvolvimento de seus imaturos, o que faz desta uma das famílias de insetos de maior importância forense (Barbosa *et al.*, 2010; Biavati *et al.*, 2010; Krüger *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2010; Azmi & Lim, 2013; Ururahy-Rodrigues *et al.* 2013). O conhecimento sobre a entomofauna necrófaga é, então, uma das bases desta ciência, contribuindo para a

compreensão da distribuição temporal e comportamento de muitas espécies que participam na decomposição de cadáveres (Wolff et al., 2001; Barbosa et al., 2010).

Conhecer a artropodofauna associada ao processo de decomposição de carcaças de animais em área de Mata Atlântica no Rio de Janeiro trará informações valiosas para serem aplicadas na Entomologia Forense. Esta ciência não é recente, porém sua aplicação prática como uma ferramenta, no Brasil, é pouco comum: Roquette-Pinto (1908) (Rio de Janeiro), Oliveira-Costa & Mello-Patiu (2004) (Rio de Janeiro), Pujol-luz *et al.* (2006; 2008) (Rondônia e Amapá), Kosmann *et al.*, 2011 (Minas Gerais) e Macedo *et al.*, 2013. Além de porcos, já foram utilizados para estudos de comunidades necrófagas: elefantes (Smith, 1986), ratos (Monteiro-Filho & Penereiro, 1987; Salazar, 2006), sapos e lagartos (Cornaby, 1974), cachorros (Johnson, 1975), galinhas (Hall & Dotsy, 1993), ursos-negro americanos (Watson & Carlton, 2003; 2005), coelhos (Souza *et al.*, 2008, Azmi & Lim, 2013), gambá (Silva *et al.*, 2010), bem como iscas de origem animal, o que pressupõe diferentes constituições histológicas dos modelos e, por isso, alta variação na diversidade de necrófagos (Vasconcelos *et al.*, 2015).

2. Objetivos

O presente estudo tem como objetivo estudar a fauna de Calliphoridae em carcaças de ratos (*Ratus ratus*) no Parque Nacional da Tijuca, sobre as seguintes abordagens:

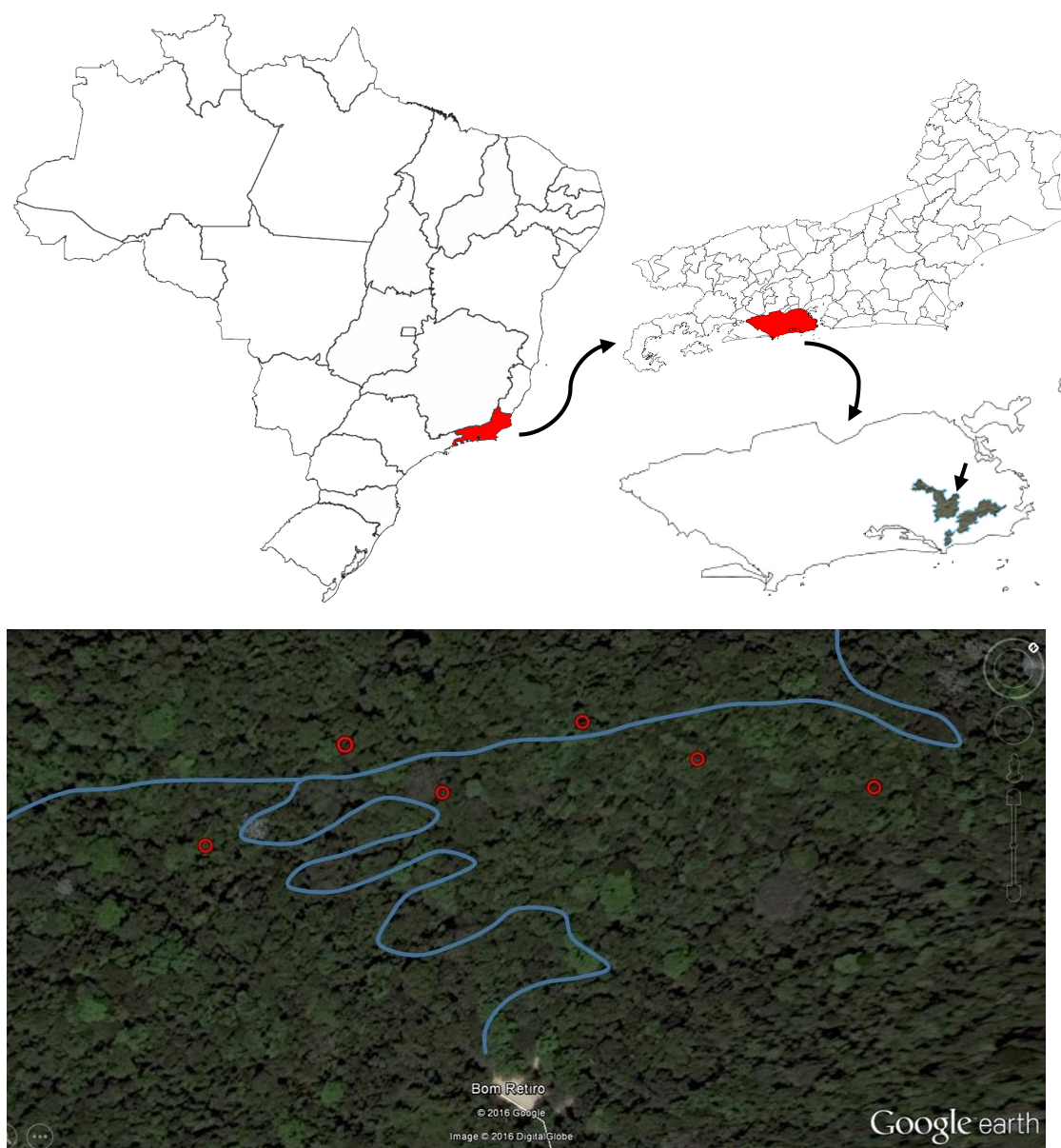
- Identificar os estágios de decomposição de *R. ratus* e a fauna de Calliphoridae associada a cada estágio de decomposição das carcaças;
- Comparar a distribuição temporal de Calliphoridae em carcaças de *R. ratus* dos dois sexos (masculino e feminino);
- Estudar a flutuação populacional da comunidade de Calliphoridae associadas às carcaças nas quatro estações do ano.

3. Material e Métodos

O Projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética para Pesquisas em animais da UFF (136-2012). O experimento foi realizado no Parque Nacional da Tijuca, Setor A (Figura 1), nas estações verão (2014), outono, inverno e primavera (2015). O Parque Nacional da Tijuca foi criado para promover a proteção das florestas de domínio público da Tijuca, Paineiras, Corcovado, Gávea Pequena, Trapicheiro, Andaraí, Três Rios e Covanca. Geograficamente, situa-se no centro da cidade do Rio de Janeiro, nas montanhas do Maciço da Tijuca, entre os paralelos 22°55'S e 23°00'S e os meridianos 43°11'W e 43°19'W, no centro sul do Estado do Rio de Janeiro. O Maciço abrange 3.953ha de Mata Atlântica, predominantemente de floresta ombrófila densa (alto Montana, Montana e submontana), e se caracteriza pelo relevo acidentado, e compreendendo um bloco falhado da Serra do Mar, cuja altitude varia entre 80m e 1.021m. Geologicamente, se constitui, em sua maior parte por gnaisses, ocorrendo algumas intrusões graníticas. O Parque Nacional da Tijuca protege fragmentos de Mata Atlântica com alta diversidade biológica e em bom estado de conservação (ICMBio-MMA, 2008). A Floresta da Tijuca é também a maior floresta urbana do mundo e, apesar de preservada, sofre influência da presença de humanos por ser aberta à visitação.

Foram realizadas coletas nas estações: verão (2014), outono, inverno e primavera (2015), utilizando como modelos experimentais ratos da espécie *Rattus rattus*, linhagem Wistar, adquiridos na Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ). Cada fase do experimento constituiu da exposição de três repetições de carcaças de cada sexo, com massa corporal variando de 300 a 400g nas carcaças do sexo masculino, e 200 a 300g nas do sexo feminino. Estes sofreram eutanásia em câmara de CO₂ sob forma de gelo seco. As seis armadilhas foram instaladas a 550 metros da área de borda ao longo da Estrada do Comércio, diretamente no solo, distanciadas umas das outras por 100 metros (22°56'50.70"S 43°17'37.07"O; 22°56'47.68"S 43°17'36.51"O; 22°56'47.09"S 43°17'34.53"O; 22°56'44.42"S 43°17'33.45"O; 22°56'43.47"S 43°17'31.31"O; e 22°56'41.70"S 43°17'28.46"O). Foram realizadas coletas e registros diários, assim como a observação do estágio de decomposição da carcaça.

Figura 1: As coletas foram realizadas em seis pontos georeferenciados no Setor A do Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil.

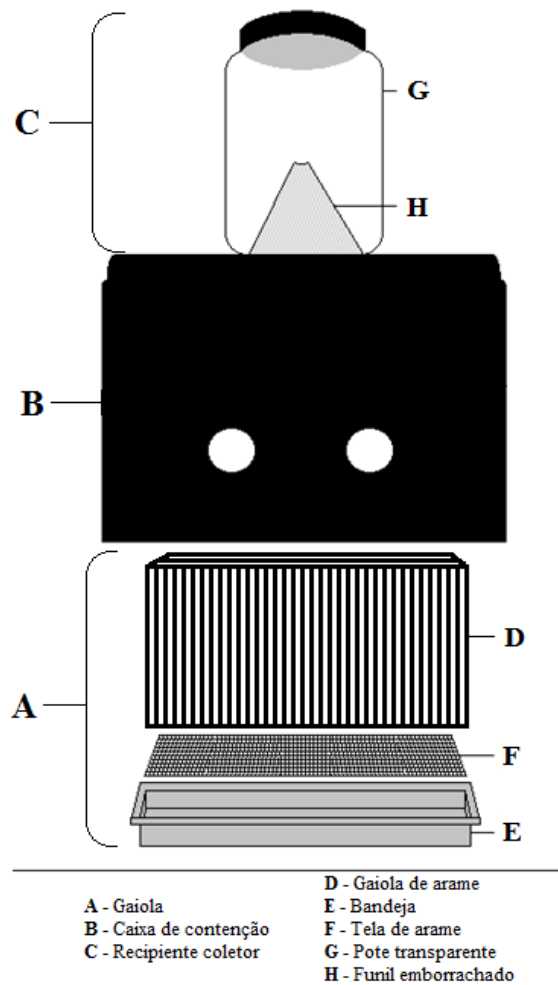


3.1. Desenvolvimento de nova armadilha

Os animais foram alocados em armadilha personalizada (Figura 2), que consistiu de uma caixa de polietileno (40 cm x 28 cm x 30 cm), pintada de cor preta, na qual se encontram seis orifícios de 3 cm de diâmetro, dois em cada lateral maior e um em cada lateral menor. Na parte superior da caixa, observa-se uma abertura de 12,5 cm de diâmetro, onde se encaixa um recipiente de polietileno transparente de 2 litros (21 cm de altura x 14,5 cm de diâmetro). Neste, uma abertura de 12,5 cm no fundo visualiza-se um funil de tela emborrachada, atingindo 1/3 da altura do recipiente, com o objetivo de reter os insetos, impedindo que retornem ao ambiente inferior. Este conjunto foi posicionado encobrendo uma gaiola de metal (30 cm x 23 cm x 18 cm) que protege a isca de possíveis animais de grande porte que possam ser atraídos. A bandeja de polietileno (30 cm x 22 cm x 6,5 cm) que compõe a base desta gaiola fica em contato com o solo. No fundo da bandeja, foram depositados 100g de serragem, separada da isca por uma tela de arame móvel (19 cm x 26,5 cm), que se encaixa na bandeja e suporta a carcaça. Os artrópodes foram atraídos pelo odor da carcaça, entrando na caixa de polietileno preta pelos orifícios laterais. Por fototropismo positivo, os organismos se deslocaram para o recipiente de polietileno transparente acima, e ficaram retidos, impedidos de retornar à base da armadilha pelo funil de tela emborrachada.

Os insetos adultos foram coletados e transferidos para sacos de polietileno (capacidade de três litros) devidamente identificados, levados para o Laboratório de Estudo de Dípteros (LED) da UNIRIO, onde foram sacrificados por resfriamento no freezer (-10°C) para posterior identificação taxonômica. A serragem retirada das armadilhas foi trocada diariamente e levada ao LED para a coleta dos imaturos, onde foram mantidos em câmara climatizada (T=28°C dia, 26°C noite, UR=70±10%, com 12 horas de fotofase) até a emergência dos adultos. Para realização da identificação taxonômica, os indivíduos da família Calliphoridae foram submetidos ao processo de alfinetagem, sendo identificados em microscópio estereoscópico, seguindo as chaves taxonômicas de Mello (2003) e Kosmann *et al.* (2013). Os espécimes foram depositados na coleção entomológica do Laboratório de Estudos de Dípteros da UNIRIO.

Figura 2: 2.1: Esquema da armadilha confeccionada para a captura de Calliphoridae atraídos por carcaças de ratos no Parque Nacional da Tijuca, RJ, durante o verão (2014), outono, inverno e primavera (2015). A carcaça é exposta na gaiola (A), que fica coberta pela caixa de contenção de artrópodes (B). Os insetos são atraídos para o recipiente coletor acima (C) pela luminosidade e ficam retidos. 2.2: Armadilha preparada no local de coleta.



3.2. Análises estatísticas

Para realização das análises estatísticas, foram somados os dados obtidos de carcaças do mesmo sexo em cada estação. Desta forma, a variável repetição não foi considerada.

3.2.1. Programas utilizados

Para as análises estatísticas foi utilizado o software R (versão 3.2.3). Realizou-se download de pacotes desenvolvidos para as determinadas funções, como segue abaixo:

- Para a realização das análises de Correlação Canônica e de Redundância foi utilizado o pacote *vegan*.
- Para a realização das análises por permutação seguida de ANOVA (PermANOVA), foram utilizados os pacotes *vegan* e *permute*.

Os demais gráficos foram realizados com as funções do Excel 2013.

3.2.2. Influência sexual

Para comparar a composição da comunidade faunística entre os sexos das carcaças foram desconsideradas as influências de estação do ano e estágio de decomposição das carcaças. Foi utilizado o método de PermANOVA, baseado em índices de dissimilaridade de Bray-Curtis realizados entre cada dia de coleta de ambos os sexos de carcaça. A escolha deste teste se deve ao fato de não haver um grande número de observações, problema contornado pela permutação, que consiste de uma recombinação aleatória dos resultados, gerando outras possibilidades de amostragem. Foram utilizadas 10.000 permutações para cada teste realizado. Para comparar a abundância de cada espécie, separadamente, entre os dois sexos de carcaça, foi realizado o teste não paramétrico de Wilcoxon entre duas amostras, uma vez que os dados não apresentam distribuição paramétrica. O nível de significância adotado foi de $\alpha=0,05$.

3.2.3. Influência ambiental: Correlação das variáveis abióticas e Comparação entre as estações

Uma vez que não houve diferença estatística em nenhum fator avaliado entre os sexos, esta variável foi desconsiderada para a avaliação dos fatores ambientais e temporais. Nestas análises, carcaças dos sexos masculino e feminino foram avaliadas em conjunto, como uma única variedade.

3.2.3.1. Correlação das variáveis abióticas

Os dados de temperatura, índice pluviométrico e umidade relativa do ar foram adquiridos pelo site do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa – BDMEP (URL <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>). Para analisar a relação das espécies com estes fatores, foram realizadas análises de Redundância (RDA) e de Correlação Canônica (CCA), além de Correlação de Spearman para comparar sua influência em cada espécie, separadamente.

A RDA é uma regressão linear múltipla seguida por uma análise de componentes principais (PCA) da tabela de valores ajustados, onde a variável resposta é uma matriz de composição de espécies (matriz Y) que é explicada por uma ou mais matrizes de variáveis preditoras, neste caso uma matriz de variáveis ambientais (Bocard *et al.*, 2001). A CCA pode ser vista como extensão de uma regressão múltipla com o princípio básico de desenvolver uma combinação linear em cada um dos conjuntos de variáveis tal que a correlação entre os dois conjuntos seja maximizada, sendo que na correlação canônica não existe a distinção entre variável independente e dependente, existem somente dois conjuntos de variáveis em que se busca a máxima correlação entre ambos (Vessoni, 1998; Bocard *et al.*, 2001).

Para comparar a influência de um fator sobre outro(s), é a utilização de coeficientes de correlação. Para a análise de correlação de dados quantitativos e não paramétricos, utiliza-se a Correlação de Spearman, que neste estudo foi utilizada para medir as influências ambientais na abundância de cada espécie, separadamente. O nível de significância adotado foi de $\alpha=0,05$.

3.2.3.2. Flutuação populacional entre as estações

Para a comparação da composição faunística entre as quatro estações amostradas, utilizou-se o teste de PermANOVA, assim como na comparação entre os sexos das carcaças. O nível de significância adotado foi de $\alpha=0,05$.

3.2.4. Análises de diversidade

Para o estudo de biodiversidade foram utilizados índices faunísticos de riqueza, dominância, equidade e similaridade, a fim de comparar a distribuição das espécies entre os estágios de decomposição da carcaça, bem como verificar se há diferença significativa nesta distribuição entre as estações do ano.

A riqueza pode ser medida simplesmente pela contagem de espécies presentes na comunidade, ou através do índice de Margalef, que expressa uma taxa entre a riqueza e o logaritmo natural do somatório da abundância de todos os indivíduos (Lexnerod & Eid, 2006)

O Índice de Simpson é a maneira mais fácil de se medir a diversidade de uma comunidade, levando em conta tanto a riqueza quanto a abundância de cada espécie. Ele determina, para cada espécie, a proporção de indivíduos que contribuem para o total da amostra. Seu valor, que varia entre zero e um, pode ser influenciado tanto pela riqueza quanto pela equitabilidade. Esta, por sua vez, pode ser quantificada expressando este valor como uma proporção, onde se assumiria o valor máximo se uma comunidade viesse a apresentar abundância exatamente distribuída entre as espécies. (Begon, 2006)

O índice de Shannon-Wiener é essencialmente semelhante ao índice de Simpson, sendo utilizado para medir a probabilidade de um indivíduo, escolhido ao acaso, pertencer a uma determinada espécie. Quanto menor o valor do índice, menor o grau de incerteza e, portanto, menor a diversidade (Begon, 2006).

O índice de Pielou refere-se à distribuição da abundância das espécies, ou seja, a maneira pela qual a abundância entre as espécies de uma comunidade está distribuída. Quando todas as espécies são igualmente abundantes, o índice assume o valor máximo (1), e decresce, tendendo a zero, à medida que as abundâncias relativas das espécies divergem dessa igualdade (Odum, 2004).

Os índices de Jaccard e Sorensen avaliam a similaridade entre duas comunidades levando em conta apenas o número de espécies das quais esta comunidade é composta. Já o índice de Bray-Curtis avalia a similaridade entre duas comunidades levando em conta as espécies das quais ela é composta e suas respectivas abundâncias, tendendo a um quanto maior a similaridade (Borcard *et al.*, 2011).

4. Resultados

No total, foram coletados 10.559 exemplares de Calliphoridae em carcaças de *R. rattus* na Floresta da Tijuca, correspondentes a dez espécies, sendo 5.675 exemplares pertencentes a sete espécies atraídos pelas carcaças de fêmea e 4.884 exemplares de dez espécies pelas carcaças de macho. As espécies mais abundantes foram *Hemilucilia semidiaphana* (Fabricius, 1805) e *Lucilia eximia* (Wiedemann, 1819), respectivamente para fêmeas e machos. As espécies e suas respectivas frequências absolutas e relativas estão listadas na Tabela 1.

Índices faunísticos foram utilizados para comparar a composição da comunidade de califorídeos nas carcaças de macho e fêmea, bem como entre as estações do ano (Tabela 2). As carcaças de macho atraíram maior riqueza de insetos (dez espécies) do que as fêmeas (sete espécies) e, comparando o índice de diversidade de Shannon-Wiener, as carcaças de macho apresentaram maior diversidade, exceto no outono, quando os índices se assemelham. Índices de similaridade indicam que a fauna cadavérica se assemelha mais no outono, e menos na primavera. O número de insetos capturados nas carcaças de macho foi maior do que nas de fêmea em todos os estágios de decomposição (Tabela 3), exceto durante a Fermentação, quando a abundância de califorídeos em carcaças fêmeas foi tão superior que foi suficiente para, no total, ultrapassar a abundância total atraída por machos.

4.1. Influência sexual

A comunidade de Calliphoridae atraída pelas carcaças de ambos os sexos não diferiu significativamente segundo a análise de PermANOVA ($p=0,4604$). *Mesembrinella bellardiana* (Aldrich, 1922), *Mesembrinella peregrina* (Aldrich, 1922) e *Huascaromusca aneiventris* (Wiedemann, 1830) tiveram resposta mais lenta à atratividade das carcaças fêmeas. *Huascaromusca purpurata* (Aldrich, 1922), *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel, 1858) e *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794) não foram atraídas pelas carcaças do sexo feminino (Quadro 1).

Apesar de não haver diferença significativa entre a ocorrência de *Lucilia eximia* entre carcaças do sexo masculino e feminino (Wilcoxon (W) = 175, p -value = 0.5041), ela apresentou maior abundância nas carcaças do sexo masculino durante o outono e

Tabela 1: Frequência absoluta (n) e relativa (%) das espécies de Calliphoridae capturadas em carcaças de *Rattus rattus* dos sexos masculino e feminino no Parque Nacional da Tijuca, RJ, durante o verão (2014), outono, inverno e primavera (2015).

Espécie	Fêmea		Macho		Total	
	n	%	n	%	n	%
<i>Lucilia eximia</i> (Wiedemann, 1819)	1339	23,6	1989	40,7	3326	31,5
<i>Mesembrinella bellardiana</i> (Aldrich, 1922)	100	1,8	202	4,1	302	2,9
<i>Mesembrinella peregrina</i> (Aldrich, 1922)	38	0,7	51	1,1	82	0,8
<i>Hemilucilia segmentaria</i> (Fabricius, 1805)	1597	28,1	1089	22,4	2685	25,5
<i>Hemilucilia semidiaphana</i> (Rondani, 1850)	2459	43,3	1267	25,9	3708	35,2
<i>Huascaromusca aneiventris</i> (Wiedemann, 1830)	33	0,6	65	1,3	93	0,9
<i>Huascaromusca purpurata</i> (Aldrich, 1922)	-	-	2	0,04	2	0,02
<i>Laneella nigripes</i> (Guimarães, 1977)	109	1,9	215	4,4	324	3,1
<i>Chrysomya megacephala</i> (Fabricius, 1794)	-	-	3	0,06	3	0,03
<i>Cochliomyia hominivorax</i> Coquerel, 1858)	-	-	1	0,02	1	0,01
Total	5675	53,7	4884	46,3	10559	100

Tabela 2: índices faunísticos da biodiversidade de Calliphoridae comparando as carcaças de *Rattus rattus* dos sexos masculino e feminino nas coletas realizadas durante o verão (2014), outono, inverno e primavera (2015), no Parque Nacional da Tijuca, RJ.

Sexo	Índice	Total	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Macho	Riqueza	10	7	7	9	8
	Margalef	1,0596	0,8481	0,8182	1,0791	1,0767
	Shannon-Wiener	1,4343	1,5479	0,9028	1,4266	1,6225
	Pielou	0,6229	0,7955	0,4639	0,6493	0,7803
	Simspon	0,2867	0,2435	0,533	0,2911	0,2247
Fêmea	Riqueza	7	6	7	7	7
	Margalef	0,6941	0,6885	0,8723	0,7605	0,9409
	Shannon-Wiener	1,2705	1,2794	0,9244	1,1223	1,2095
	Pielou	0,6529	0,7141	0,475	0,5767	0,6216
	Simspon	0,3233	0,3041	0,4522	0,4087	0,425
Similaridade	Jaccard	0,7	0,625	1	0,7778	0,875
	Sorensen	0,8235	0,7692	1	0,875	0,9333
	Bray-Curtis	8,8765	0,7204	0,7477	0,7297	0,6745

Tabela 3: Frequência absoluta (n) e relativa (%) das espécies de Calliphoridae capturadas nos quatro estágios de decomposição de *Rattus rattus* dos sexos masculino e feminino amostrados durante o verão (2014), outono, inverno e primavera (2015), no Parque Nacional da Tijuca, RJ.

Espécie	Estágio de decomposição											
	Inchamento				Decomposição				Fermentação			
	Macho n	%	Fêmea n	%	Macho n	%	Fêmea n	%	Macho n	%	Fêmea n	%
<i>Lucilia eximia</i>	747	86,2	497	81,2	611	62,3	518	70,4	391	19,3	291	8,3
<i>Mesembrinella bellardiana</i>	1	0,1	-	-	31	3,2	9	1,2	96	4,7	68	2
<i>Mesembrinella peregrina</i>	-	-	-	-	1	0,1	-	-	18	0,9	24	0,7
<i>Hemilucilia segmentaria</i>	72	8,3	77	12,6	135	13,8	105	14,3	646	31,8	1127	32,3
<i>Hemilucilia semidiaphana</i>	40	4,6	32	5,2	145	14,8	77	10,5	733	36,1	1911	54,8
<i>Huascaromusca aneiventris</i>	5	0,6	-	-	7	0,7	4	0,5	41	2	21	0,6
<i>Huascaromusca purpurata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Laneella nigripes</i>	2	0,2	6	1	50	5,1	23	3,1	104	5,1	45	1,3
<i>Chrysomya megacephala</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0,1	-	-
<i>Cochliomyia hominivorax</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	867	8,2	612	5,8	980	9,3	736	7	2032	19,2	3487	33
									1005	9,5	840	8

Quadro 1: Distribuição temporal das espécies de Calliphoridae capturadas nas carcaças de *Rattus rattus* durante o verão (2014), outono, inverno e primavera (2015), no Parque Nacional da Tijuca (RJ), considerando a presença ou ausência das mesmas em cada estágio de decomposição nas carcaças dos sexos masculino (■) e feminino (■).

Espécie	Estágio de decomposição				
	Inicial	Inchamento	Decomposição	Fermentação	Esqueletização
<i>Lucilia eximia</i>					
<i>Mesembrinella bellardiana</i>					
<i>Mesembrinella peregrina</i>					
<i>Hemilucilia segmentaria</i>					
<i>Hemilucilia semidiaphana</i>					
<i>Huascaromusca aneiventris</i>					
<i>Huascaromusca purpurata</i>					
<i>Laneella nigripes</i>					
<i>Cochliomya hominivorax</i>					
<i>Chrysomya megacephala</i>					

primavera (Figura 3a), suas ocasiões de maior e menor ocorrência, respectivamente. Entretanto, teve maior abundância nas carcaças de sexo feminino durante o verão e inverno, não demonstrando um padrão de preferência por alguma carcaça em função do sexo.

Ambas as espécies de *Hemilucilia* (Brauer, 1895) não diferiram, estatisticamente, quanto à preferência pelo sexo da carcaça. Entretanto, *Hemilucilia segmentaria* (Fabricius, 1805) ($W = 191.5$, $p\text{-value} = 0.8273$) e *Hemilucilia semidiaphana* ($W = 211$, $p\text{-value} = 0.7725$) tiveram grandes picos de abundância nas carcaças do sexo feminino durante o inverno. A abundância de *Hemilucilia segmentaria* em carcaças do sexo masculino só ultrapassou as do sexo feminino durante a primavera (Figura 3b), e para *Hemilucilia semidiaphana* isto só ocorreu durante o outono (Figura 3c).

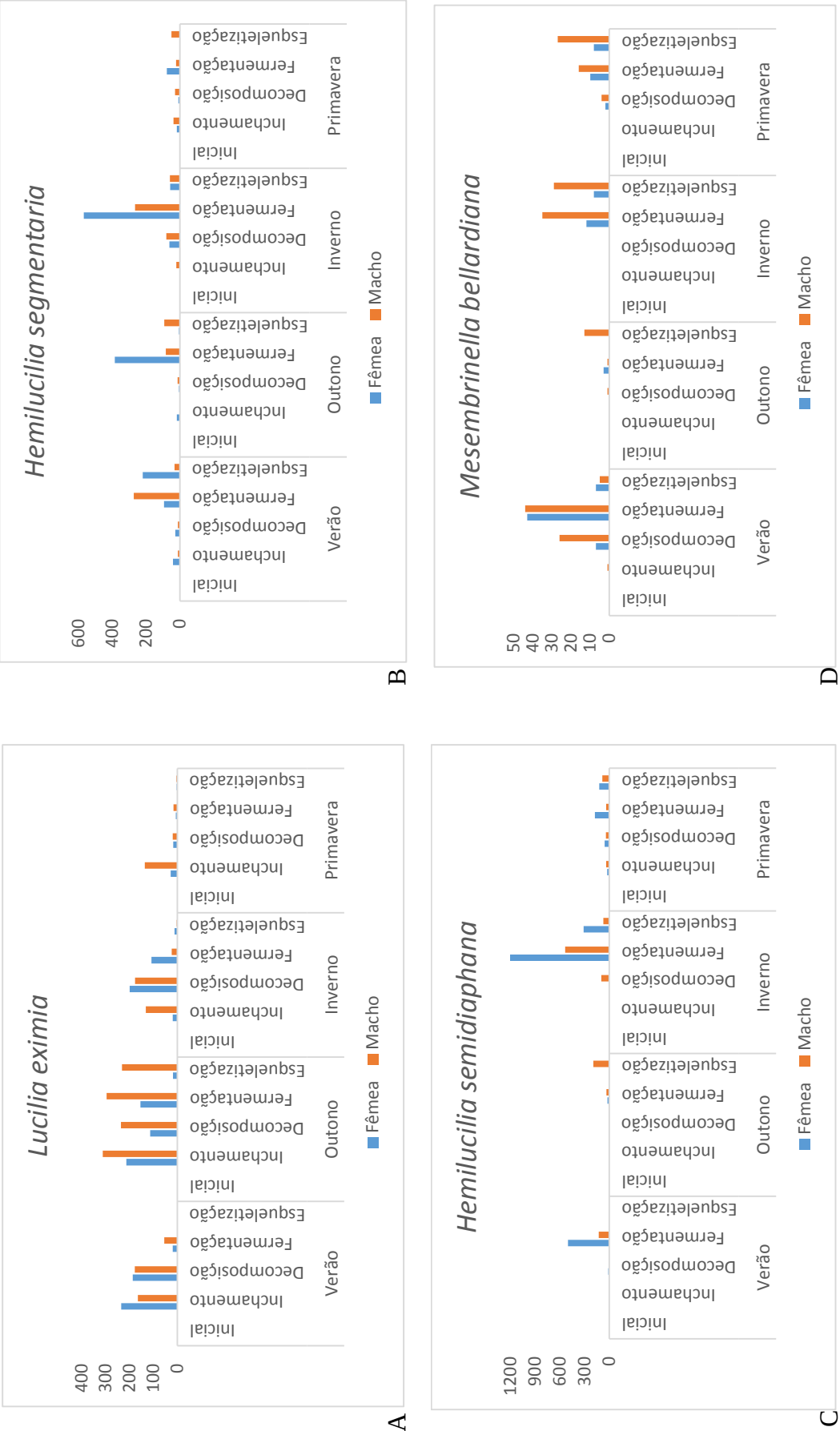
Apesar de não haver diferença significativa entre a ocorrência de *Laneella nigripes* (Guimarães, 1977) ($W = 188.5$, $p\text{-value} = 0.7527$) e *Mesembrinella bellardiana* ($W = 163$, $p\text{-value} = 0.296$) entre carcaças do sexo masculino e feminino, elas apresentaram maior ocorrência nas carcaças do sexo masculino durante todas as estações (Figura, 3d; 3f). *Mesembrinella peregrina* também não apresentou diferença significativa quanto à sua ocorrência em relação ao sexo das carcaças ($W = 199.5$, $p\text{-value} = 1$), estando mais abundante nas carcaças do sexo feminino durante o verão e do sexo masculino durante o outono e inverno (Figura 3e). Na primavera, sua abundância foi idêntica em ambos os sexos de carcaça.

Huascaromusca aneiventris também não apresentou relação entre sua abundância e o sexo das carcaças ($W = 161.5$, $p\text{-value} = 0.253$), porém foi registrada com maior abundância nas carcaças do sexo feminino durante o outono e inverno, e do sexo masculino durante o verão e primavera (Figura 3g).

4.2. Distribuição temporal e Sucessão

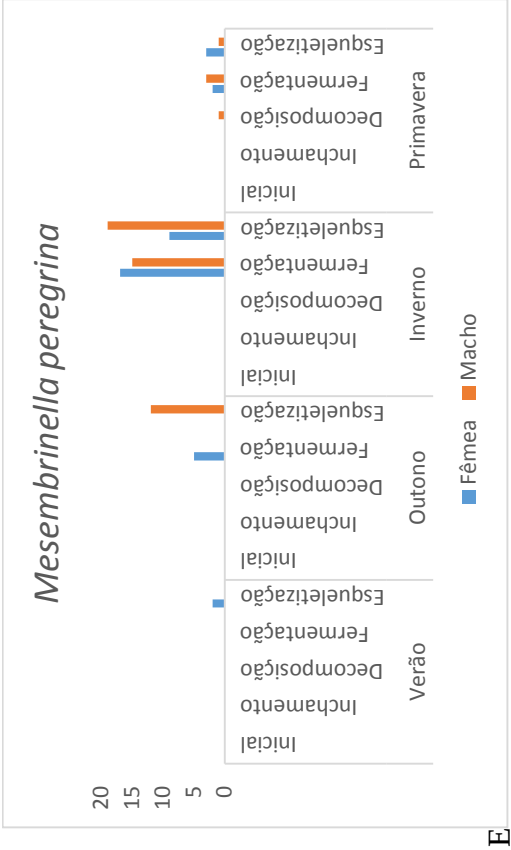
Algumas classificações foram propostas para identificar os estágios de decomposição de uma carcaça, entre elas a de Bornemissza (1957), que propôs cinco estágios de decomposição de carcaças/cadáveres: estágio de decomposição inicial (ou carcaça recente), putrefação (Inchamento), putrefação escura (decomposição ativa), fermentação (decomposição avançada) e Esqueletização ou final (restos de esqueleto).

Figura 3: Flutuação sazonal da ocorrência das espécies de Calliphoridae capturadas em carcaças de *Rattus rattus* dos sexos masculino e feminino durante o verão (2014), outono, inverno e primavera (2015), no Parque Nacional da Tijuca, RJ.

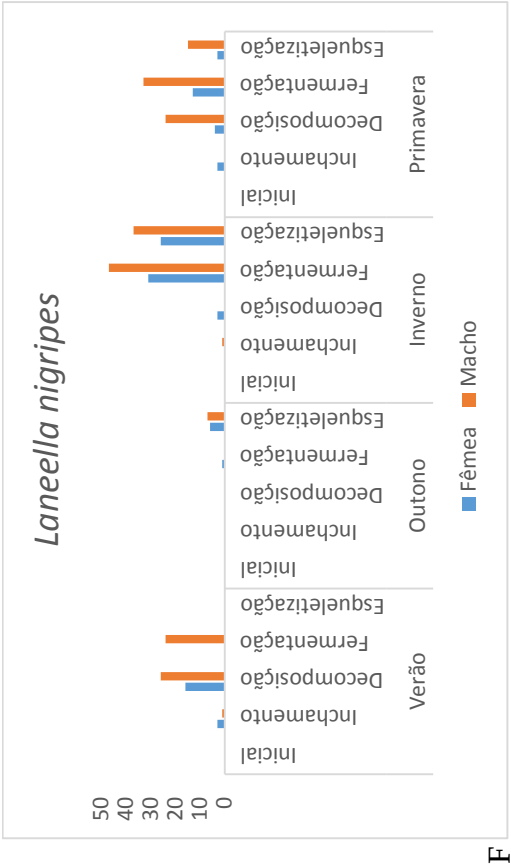


Continua...

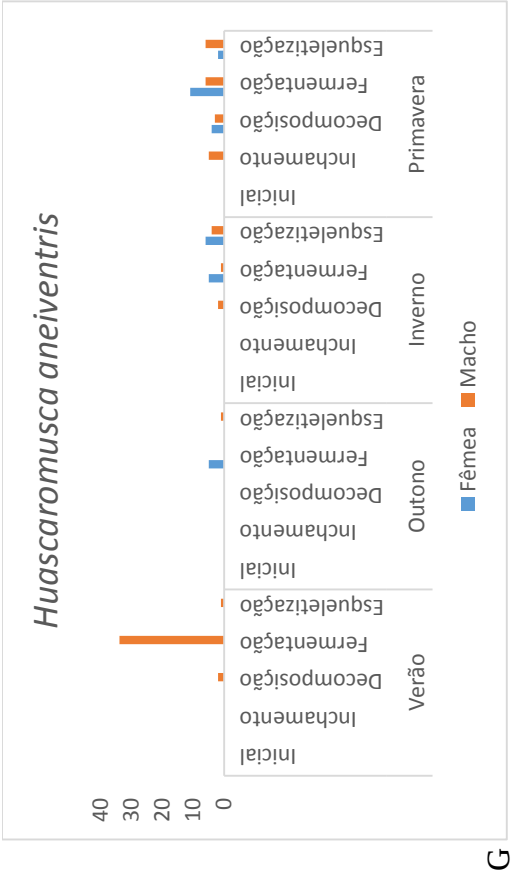
Continuação...



F



F



G

No presente estudo, estes cinco estágios foram identificados e caracterizados como a seguir:

O estágio Inicial se iniciou no momento da morte e durou até o momento em que o corpo começou a sofrer inchaço. Este estágio demorou um breve período, cerca de duas horas em todas as repetições. Neste estágio, ainda não foi percebido odor de putrefação.

O início do estágio de Inchamento não foi facilmente perceptível, porém pôde ser notado o aumento da área abdominal e facial, e do saco escrotal, no caso de carcaças de animais do sexo masculino (Figura 4.1). Os fluidos expelidos pelos orifícios naturais da carcaça exalam odor fétido, que aumentou a atratividade dos insetos decompositores. Neste estágio foram observados os primeiros insetos necrófagos, em especial *Lucilia eximia* (Figura 5).

O estágio de Decomposição foi caracterizado pelo rompimento do tecido da carcaça, o que aumentou a superfície disponível para alimentação, principalmente das espécies de Calliphoridae. Este rompimento se originou dos orifícios naturais, principalmente o oral (Figura 4.2). Neste estágio observou-se a maior atividade larval, além de odor fétido, e a presença de indivíduos de Coleoptera. Devido à intensa atividade larval, os eventos de oviposição foram raros a partir deste estágio. Este estágio teve duração de dois a três dias.

No estágio de Fermentação, pouca carne ainda restou na carcaça, e foi possível observar o abandono das larvas para o substrato para sofrer pupariação (Figura 4.3). Neste estágio também foi observada intensa atratividade, apesar da baixa disponibilidade de alimento. A carcaça começou a secar, atraindo espécies de Coleoptera. O odor diminuiu consideravelmente neste estágio, e ele teve duração mais variada, de um dia durante o verão a quatro dias durante o inverno.

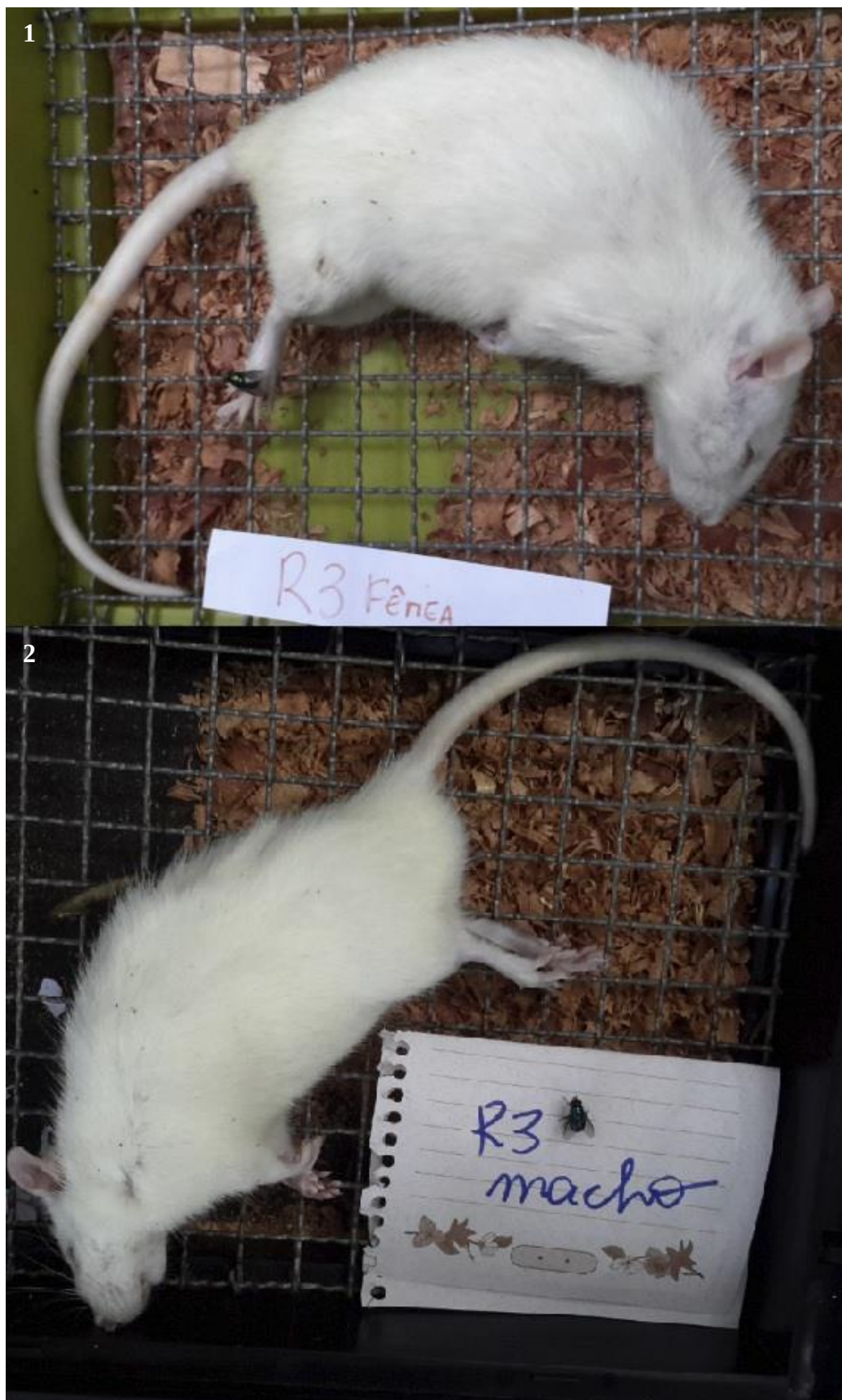
O estágio de Esqueletização foi determinado quando restou apenas pele, ossos e cartilagem (Figura 4.4). Neste estágio não houve mais odor de decomposição e a atividade larval cessou, estando presentes apenas algumas espécies de Coleoptera, principalmente. Este estágio foi acompanhado por até quatro dias.

Associando a ocorrência das espécies aos estágios de decomposição, foi possível determinar a distribuição temporal destas espécies e identificar padrões de sucessão (Quadro 2; Figura 6). O estágio Inicial de decomposição não foi amostrado devido ao seu

Figura 4: Estágios de decomposição de carcaças de *Rattus rattus* expostas no Parque Nacional da Tijuca (RJ). 1. Estágio de Inchamento (outono de 2015, carcaça do sexo feminino); 2. Estágio de Decomposição, detalhe do princípio de atividade larval no orifício oral (inverno de 2015, carcaça do sexo masculino); 3. Estágio de Fermentação, com rompimento do tecido abdominal (inverno de 2015, carcaça do sexo feminino); 4. Estágio Seco, quando restam apenas ossos, pele e pelos, sem atividade larval (outono de 2015, carcaça do sexo feminino).



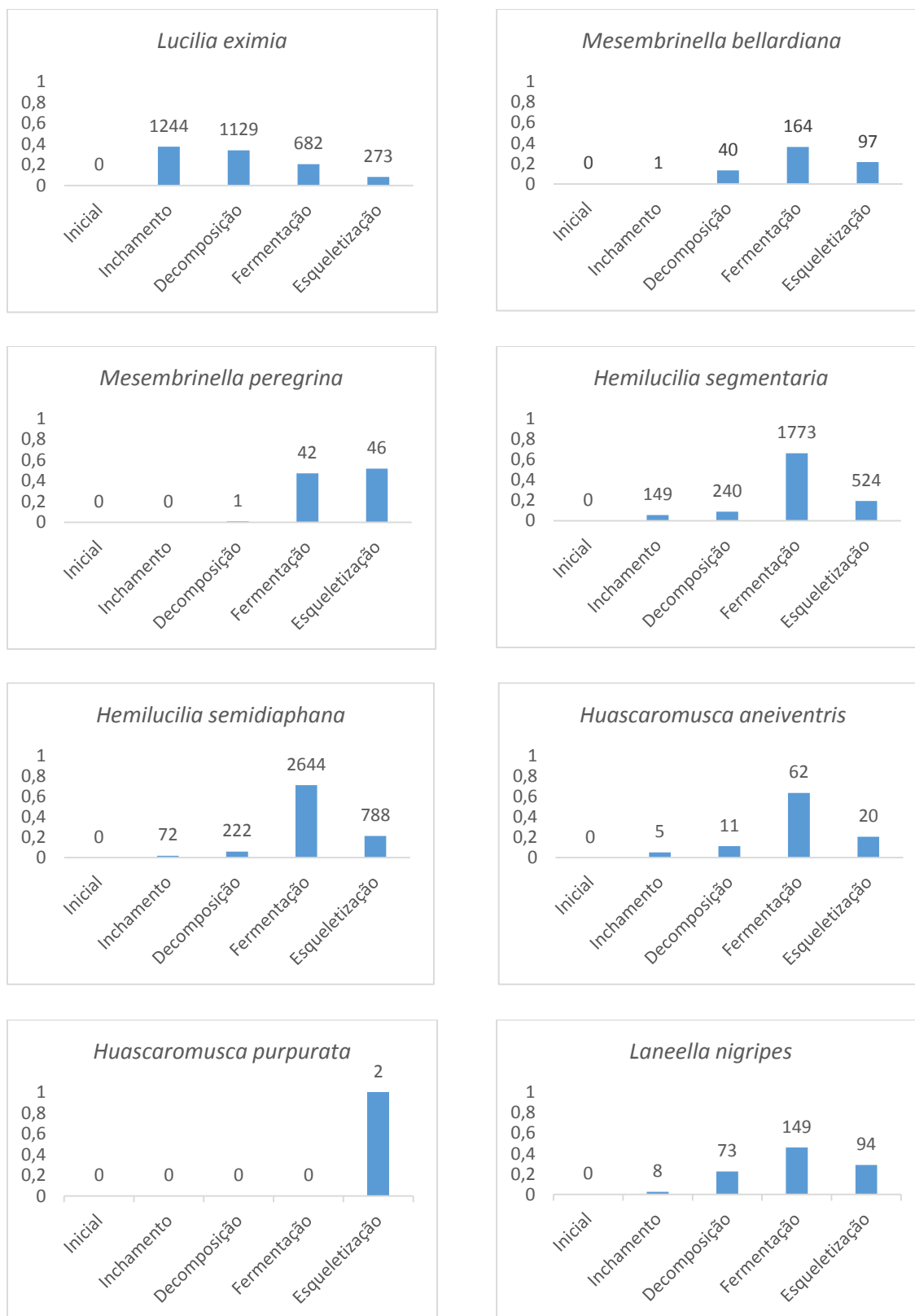
Figura 5: Registro de *Lucilia eximia* como espécie pioneira na localização e colonização das carcaças de *Rattus rattus* dos sexos feminino (1) e masculino (2) expostas durante o outono de 2015, no Parque Nacional da Tijuca, RJ.



Quadro 2: Distribuição temporal das espécies de Calliphoridae capturadas nas carcaças, considerando a presença ou ausência das mesmas em cada estágio de decomposição de *Rattus rattus* durante as coletas realizadas no verão (2014), outono, inverno e primavera (2015), no Parque Nacional da Tijuca, RJ.

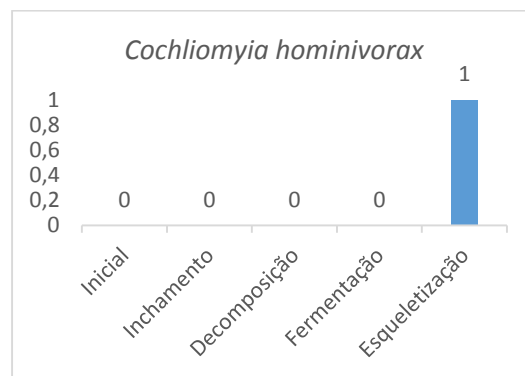
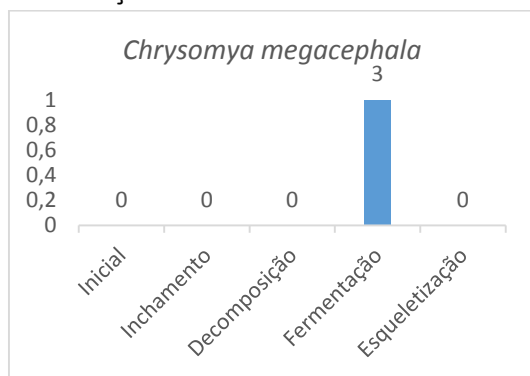
Espécie	Inicial	Inchamento	Estágio de decomposição			Esqueletização
			Decomposição	Fermentação		
<i>Lucilia eximia</i>						
<i>Mesembrinella bellardiana</i>						
<i>Mesembrinella peregrina</i>						
<i>Hemilucilia segmentaria</i>						
<i>Hemilucilia semidiaphana</i>						
<i>Huascaromusca aneiventris</i>						
<i>Huascaromusca purpurata</i>						
<i>Laneella nigripes</i>						
<i>Cochliomyia hominivorax</i>						
<i>Chrysomya megacephala</i>						

Figura 6: Espécies de Calliphoridae registradas durante os cinco estágios de decomposição de *Rattus rattus* durante as coletas realizadas no verão (2014), outono, inverno e primavera (2015), no Parque Nacional da Tijuca, RJ. O número sobre as barras corresponde ao número de indivíduos coletados.



Continua...

Continuação...



curto período de duração. Nos estágios de Inchamento e Decomposição, a espécie predominante foi *Lucilia eximia*, sendo sucedida nos estágios seguintes pelas espécies do gênero *Hemilucilia*. A espécie *Hemilucilia semidiaphana* foi a espécie dominante nos dois estágios finais, seguida por *Hemilucilia segmentaria*. O gênero *Mesembrinella* ocorreu, principalmente, a partir do estágio de Decomposição, sendo *Mesembrinella bellardiana* mais abundante, com maior ocorrência nos estágios de Decomposição e Esqueletização. *Mesembrinella peregrina* ocorreu nos dois últimos estágios em baixa abundância. *Huascaromusca aneiventris* ocorreu durante todos os estágios amostrados, predominantemente no estágio de Fermentação. *Huascaromusca purpurata*, por outro lado, ocorreu apenas no estágio de Esqueletização e com baixa abundância.

4.3. Influência ambiental

No verão, a temperatura variou de 23,5 a 37,1°C, e a umidade relativa variou de 61,3 a 83,5%. No outono, a variação de temperatura foi menor, de 19,8 a 30,9°C, e a umidade relativa variou de 64,3 a 80,5%. No inverno, a temperatura variou de 19,8 a 32°C e a umidade relativa, de 72,3 a 84,8%. Já na primavera, a temperatura variou de 21 a 33,6°C e a umidade relativa, de 67,3 a 88,7%. Analisando os fatores abióticos, a Temperatura foi estatisticamente menor no outono e no inverno ($p=5,498e^{-5}$), e a Umidade Relativa não apresentou diferença entre as estações ($p=0,145$) (Tabela 4).

O tempo de decomposição das carcaças foi maior no inverno, durando 12 dias, e menor no verão, em 8 dias. O período de decomposição durou 10 dias na primavera e 11 no outono. No verão, todos os estágios de decomposição tiveram a menor duração. O estágio de Inchamento durou 2 dias, o de Decomposição durou 1 dia, o de Fermentação, até 2 dias e o de Esqueletização, de 2 a 3 dias. No inverno, todos os estágios exceto o de Esqueletização, tiveram a maior duração. Os estágios de Inchamento, Decomposição e Esqueletização duraram de 2 a 3 dias, e o de Fermentação, 4 dias. O tempo do período de Esqueletização foi maior no outono e na primavera, durando até 4 dias (Tabela 5).

A composição da comunidade de Calliphoridae capturada durante as quatro estações amostradas apresentou diferença significativa durante a primavera (Tabela 6), segundo a análise de PerMANOVA. Foi observado que, durante o inverno, a captura de insetos foi maior (Tabela 7), influenciada, principalmente, pela abundância das espécies *Hemilucilia segmentaria* e *Hemilucilia semidiaphana*, que apresentaram um grande

Tabela 4: Temperatura e umidade relativa do ar máxima, mínima e média e precipitação acumulada dos dias de coleta de Calliphoridae realizadas no verão (2014), outono, inverno e primavera (2015), no Parque Nacional da Tijuca, RJ, obtidos na Estação Meteorológica 83743, Rio de Janeiro, RJ – BDMEP/INMET.

Estação	Temperatura (°C)		Umidade Relativa (%)		Precipitação Acumulada
	Mínima	Máxima	Média	Máxima	
Verão	23,5	37,1	27,5 ^a	83,5	68,2
Outono	19,8	30,9	24,2 ^b	80,5	0
Inverno	19,8	32	24,0 ^b	84,8	0,1
Primavera	21,0	33,6	26,5 ^a	88,7	81,9

Tabela 5: Tempo de duração dos estágios de decomposição das carcaças de *Rattus rattus* dos sexos masculino e feminino durante o verão (2014), outono, inverno e primavera (2015), no Parque Nacional da Tijuca, RJ.

Sexo	Estágio	Tempo de duração (horas)			
		Verão	Outono	Inverno	Primavera
Macho	Inicial	2	2	2	2
	Inchamento	48	72	48 a 72	48 - 72
	Decomposição	24	24 a 48	48 a 72	24 - 48
	Fermentação	24 a 48	48 a 96	96	48 - 72
	Esqueletização	48 a 72	48 a 96	48 a 72	48 - 96
Fêmea	Inicial	2	2	2	2
	Inchamento	48	72	48 - 72	48 - 72
	Decomposição	24	24 - 48	48	48
	Fermentação	48 - 72	72	96	48 - 120
	Esqueletização	48 - 72	48 - 72	72	48 - 72

Tabela 6: Matriz de comparação da comunidade de Calliphoridae entre o verão (2014), outono, inverno e primavera (2015), no Parque Nacional da Tijuca (RJ), através do teste de PermANOVA. 0 = não apresentam diferença; 1 = estatisticamente diferentes.

		p			
		Verão	Outono	Inverno	Primavera
Difere	Verão	-	0,2389	0,7203	0,0094
	Outono	0	-	0,0657	0,0006
	Inverno	0	0	-	0,0222
	Primavera	1	1	1	-

Tabela 7: Frequência absoluta (n) e relativa (%) das espécies de Calliphoridae capturadas nas carcaças de *Rattus rattus* durante o verão (2014), outono, inverno e primavera (2015), no Parque Nacional da Tijuca, RJ.

Espécie	Estação do ano							
	Verão		Outono		Inverno		Primavera	
	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Lucilia eximia</i>	840	34,2	1578	63,1	677	15,6	233	18,3
<i>Mesembrinella bellardiana</i>	133	5,4	19	0,8	84	1,9	67	5,3
<i>Mesembrinella peregrina</i>	2	0,1	17	0,7	60	1,4	10	0,8
<i>Hemilucilia segmentaria</i>	711	29	609	24,4	1117	25,8	249	19,5
<i>Hemilucilia semidiaphana</i>	659	26,8	259	10,4	2225	51,4	583	45,7
<i>Huascaromusca aneiventris</i>	37	1,5	6	0,2	18	0,4	37	2,9
<i>Huascaromusca purpurata</i>	-	-	-	-	1	0,02	1	0,08
<i>Laneella nigripes</i>	70	2,9	14	0,6	145	3,4	95	7,5
<i>Chrysomya megacephala</i>	3	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Cochliomyia hominivorax</i>	-	-	-	-	1	0,02	-	-
Total	2455	23,2	2501	23,7	4328	41	1275	12,1

aumento populacional nesta estação. *Lucilia eximia* foi mais abundante no outono. Em contrapartida, a captura de insetos foi menor na primavera. Entretanto, analisando correlações de Pearson entre as espécies e os fatores abióticos, nenhuma espécie foi significativamente influenciada por temperatura, umidade ou precipitação (Tabela 8), exceto para *Mesembrinella bellardiana*, que apresentou correlação com a temperatura. As Análises Correspondência Canônica e de Redundância destes fatores também não indicaram nenhuma relação com a abundância das espécies (Figura 7).

Lucilia eximia teve seu pico de abundância no outono, com menor incidência na primavera (Figura 8a). Além disso, esteve presente em todos os estágios de decomposição no outono, enquanto teve baixa ou nenhuma ocorrência nas outras estações durante o estágio final (Esqueletização) de decomposição. Foi a espécie dominante no estágio de Inchamento e Decomposição em todas as estações, exceto no inverno, quando a dominância no estágio de Decomposição foi de *Hemilucilia semidiaphana*.

Hemilucilia segmentaria teve seu pico populacional no inverno e, apesar de ocorrer em todos os estágios amostrados, teve sua maior abundância relacionada ao estágio de Fermentação, período em que houve a emergência de grande parte dos imaturos desta espécie (Figura 8b). *Hemilucilia semidiaphana* teve seu pico de ocorrência no inverno, e a menor ocorrência no outono (Figura 8c). Sua ocorrência esteve associada, principalmente, aos dois últimos estágios de decomposição, sendo a espécie dominante no estágio de Fermentação, exceto no outono.

Mesembrinella bellardiana teve seu pico de abundância no verão, ocorrência similar no inverno e primavera, e baixa ocorrência no outono (Figura 8d). Sua maior frequência ocorreu nos dois últimos estágios, e sua ocorrência no estágio de Inchamento foi praticamente nula, com um registro apenas, no verão. *Mesembrinella peregrina* teve seu pico de abundância no inverno, e baixa ocorrência nas demais estações (Figura 8e). Sua ocorrência foi exclusivamente relacionada aos dois estágios finais, exceto na primavera, quando um exemplar foi coletado no estágio de Decomposição.

Laneella nigripes teve seu pico de ocorrência no inverno, e quase não foi capturada no outono (Figura 8f). Sua atração no estágio de Inchamento foi fraca, e sua ocorrência nos três estágios finais variou entre as estações.

Huascaromusca aneiventris foi pouco capturada em todas as estações, tendo maior abundância durante o verão e primavera (Figura 8g). Sua ocorrência foi mais frequente durante o estágio de Fermentação.

Tabela 8: Valores dos coeficientes de correlação de Spearman (ρ), e respectivas significâncias, da abundância da espécie em relação aos fatores ambientais avaliados nas coletas de Calliphoridae realizadas durante o verão (2014), outono, inverno e primavera (2015), no Parque Nacional da Tijuca, RJ.

Espécie	Temperatura		Umidade		Precipitação	
	ρ	p	ρ	p	ρ	p
<i>Lucilia eximia</i>	-0,2602	0,1503	-0,1605	0,3802	-0,255	0,159
<i>Mesembrinella bellardiana</i>	0,3839	0,0301*	0,0682	0,7106	0,283	0,1165
<i>Mesembrinella peregrina</i>	0,0085	0,9634	-0,1807	0,3222	-0,1619	0,3759
<i>Hemilucilia segmentaria</i>	0,0579	0,753	-0,1245	0,4972	0,0898	0,6249
<i>Hemilucilia semidiaphana</i>	0,2785	0,1227	0,0313	0,865	0,1517	0,4071
<i>Huascaromusca aneiventris</i>	0,1756	0,3364	0,1716	0,3477	0,2913	0,1057
<i>Huascaromusca purpurata</i>	**	**	**	**	**	**
<i>Laneella nigripes</i>	0,237	0,1915	0,1752	0,3373	0,1845	0,3122
<i>Chrysomya megacephala</i>	**	**	**	**	**	**
<i>Cochliomyia hominivorax</i>	**	**	**	**	**	**

* Diferença em função de outliers

** Não foram realizadas análises devido ao baixo número de indivíduos capturados

Figura 7: Análises de Redundância (1) e de Correspondência Canônica (2), realizadas para avaliar a influência dos fatores ambientais sobre a abundância das espécies de Calliphoridae coletadas no verão (2014), outono, inverno e primavera (2015), no Parque Nacional da Tijuca, RJ.

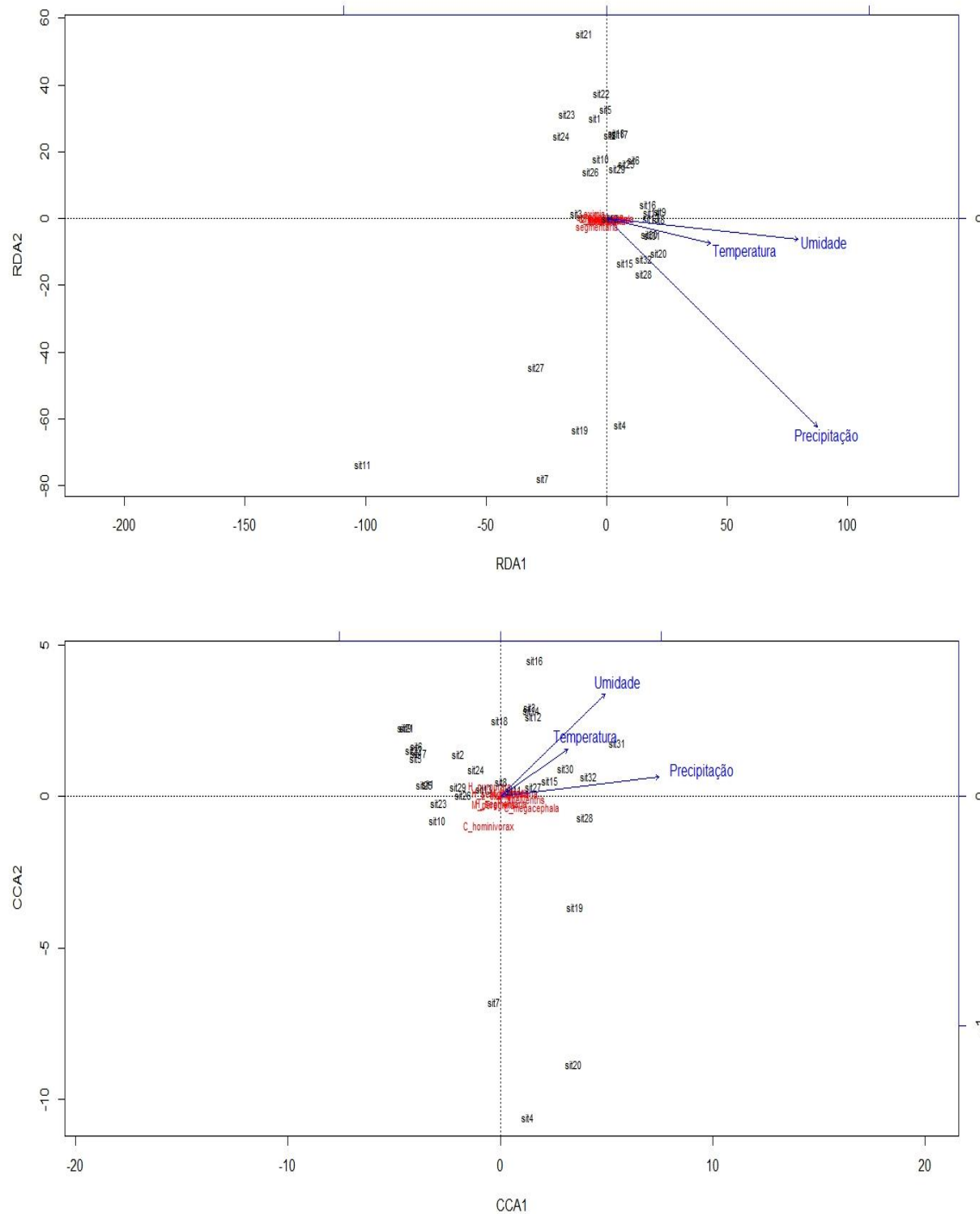
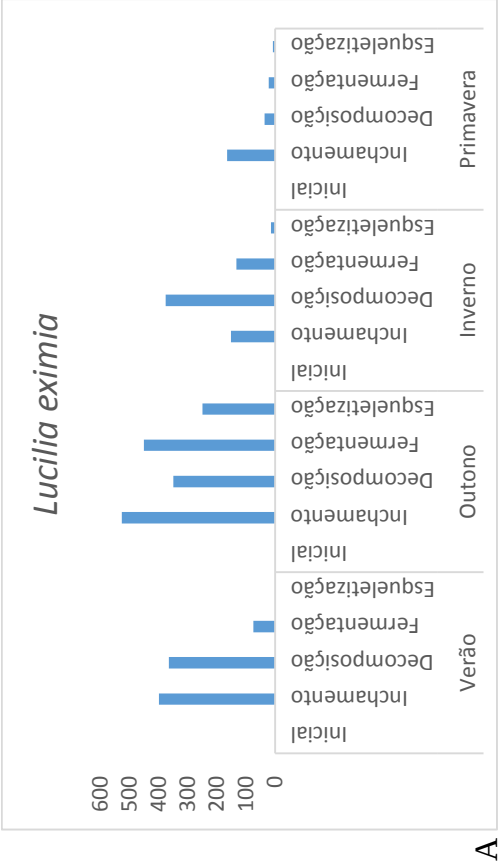
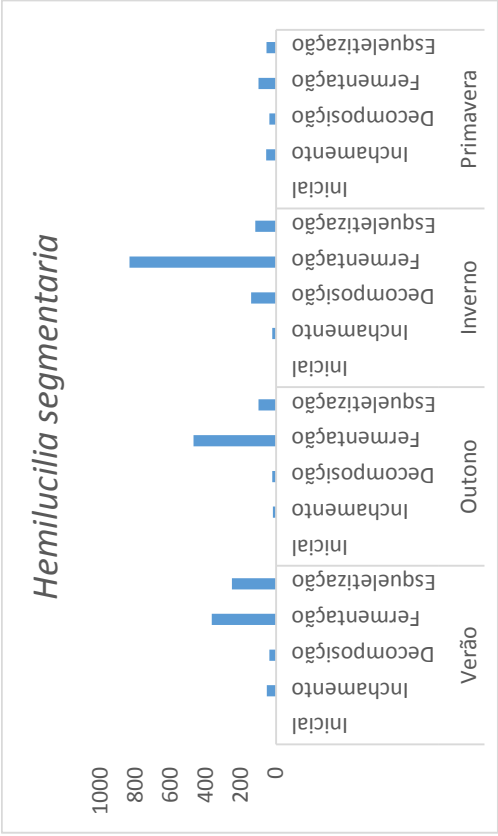


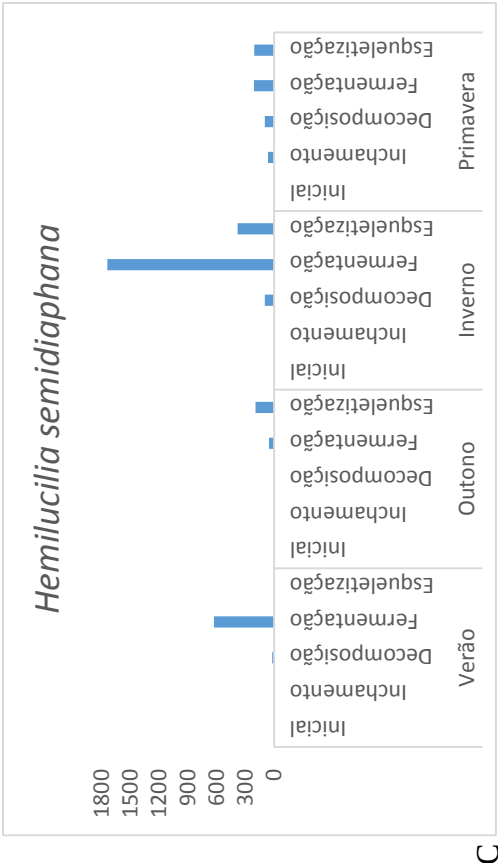
Figura 8: Flutuação sazonal da ocorrência das espécies de Calliphoridae capturadas em carcaças de *Rattus rattus* durante o verão (2014), outono, inverno e primavera (2015), no Parque Nacional da Tijuca, RJ.



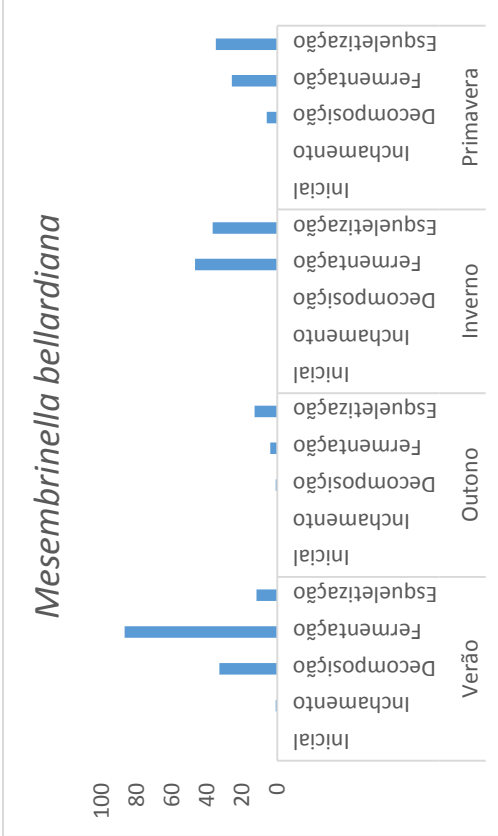
A



B



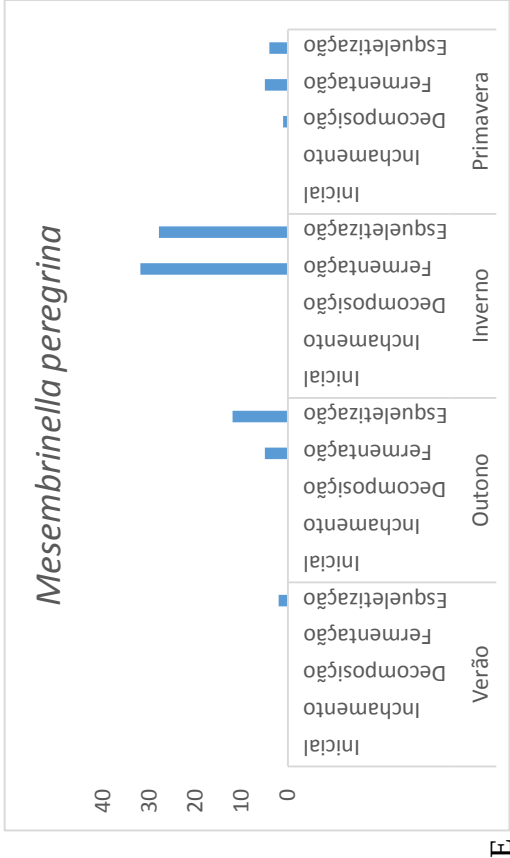
C



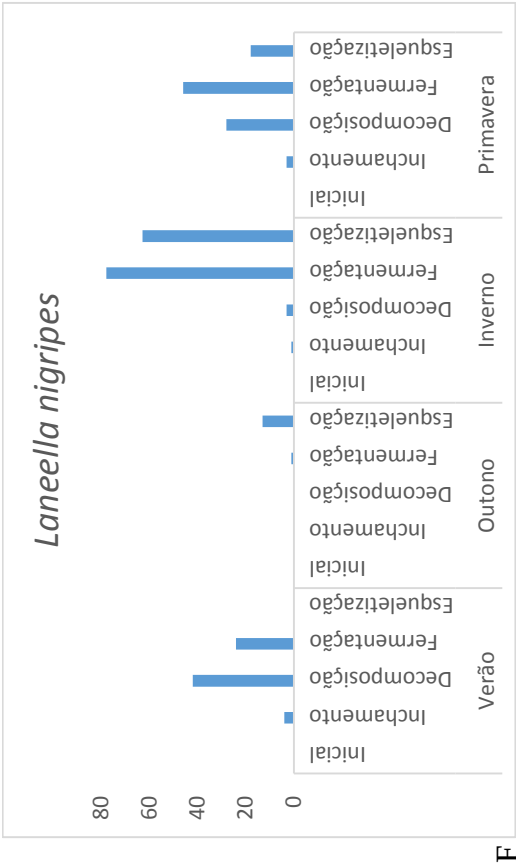
D

Continua...

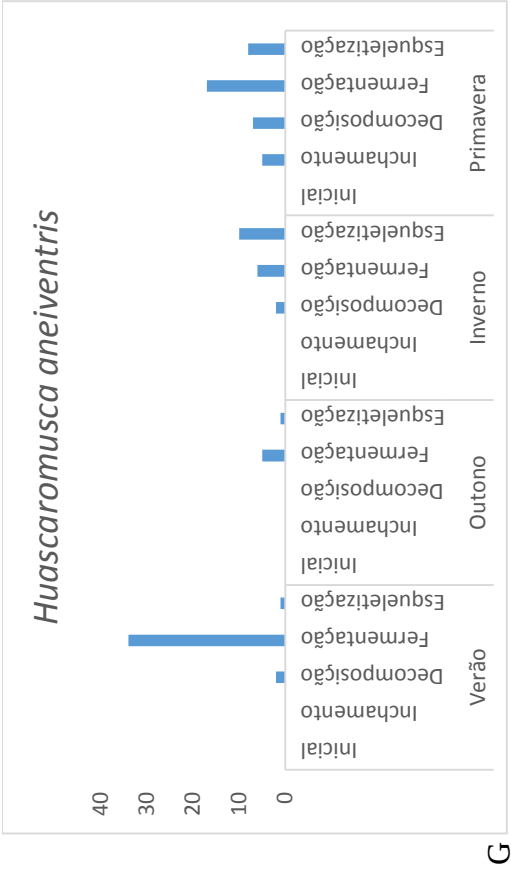
Continuação...



E



F



G

5. Discussão

Entomologia Forense é uma ferramenta importante para o esclarecimento de assassinatos, suicídios e outros atos criminais. Após 72 horas, este se torna o meio mais preciso para determinar o IPM. Além disso, pode ajudar a determinar se um corpo foi ou não deslocado, fornecer informações sobre o local da morte e identificar ambos, vítima e assassino. (Grisales *et al.*, 2010). Os insetos colonizam a carcaça em uma sucessão típica e bastante específica a cada grupo, agindo como indicadores do estágio de decomposição (Anderson, 2009). Diptera e Coleoptera são os principais grupos de insetos necrófagos envolvidos no processo de decomposição (Biavati *et al.*, 2010). A composição faunística pode variar em diversas escalas em função, principalmente, da topografia e fatores ambientais. (Silva *et al.*, 2010; Al-MesbahMSc, 2012; Silva, 2012). A competição interespecífica é uma relação comum nas comunidades necrófagas e também pode influenciar na distribuição das espécies, visto que estas são envolvidas em competição por exploração. A dominância de duas ou três espécies caracteriza o padrão de estrutura de comunidades necrófagas (Oliveira-Costa *et al.*, 2013). Devido a essas variações, se torna necessário o levantamento de informações para cada região, sendo inviável o uso de informações de regiões distintas (Al-MesbahMSc, 2010). A presença de humanos é outro fator determinante para a distribuição e diversidade de Calliphoridae (Marinho *et al.*, 2006; Mello *et al.*, 2007). A Floresta da Tijuca é a maior floresta urbana do mundo e, apesar de preservada, sofre influência da presença de humanos por ser aberta à visitação. Neste estudo, foram coletados 10.559 exemplares de dez espécies de Calliphoridae, dentre elas espécies sinantrópicas.

5.1. Sucessão e Diversidade

A primeira espécie a ser observada visitando as carcaças foi *Lucilia eximia*, uma espécie Neotropical e Neártica considerada sinantrópica, ou seja, adaptada a ambientes impactados pela presença do homem, ocorrendo desde em áreas florestais a urbanas (Marinho *et al.*, 2006; Mello *et al.*, 2007; Biavati *et al.*, 2010; Ferraz *et al.*, 2010a). Esta observação corrobora com outros estudos que relatam *Lucilia eximia* como espécie pioneira na colonização de carcaças de suínos, em diversos tipos de ambientes (Souza, 2009; Biavati *et al.*, 2010; Grisales *et al.*, 2010; Silva, 2012; Oliveira-Costa *et al.*, 2013). No presente estudo, esta espécie foi a segunda mais abundante, com picos populacionais

nos estágios de Inchamento e Decomposição, corroborando com outros estudos, que relatam sua presença em todos os estágios de decomposição, diminuindo de frequência no estágio seco (Souza, 2009; Biavati *et al.*, 2010; Silva, 2012). Estudando a comunidade decompositora de Calliphoridae em suínos no Cerrado, Silva (2012) identificou o Valor Indicador Individual (*IndVal*) desta espécie como associada aos estágios Inicial, de Inchamento, Decomposição e Fermentação. Neste mesmo estudo, seu pico de abundância foi nos estágios de Putrefação e Inchamento. Silva *et al.* (2014) identificaram *Lucilia eximia* como a espécie dominante em estudo na Reserva do Tinguá. Calderón-Arguedas *et al.* (2005) identificaram *Lucilia eximia* como a espécie dominante em estudo na Nova Zelândia, junto com *Hemilucilia segmentaria*. Silva *et al.* (2010) também observaram *Lucilia eximia* como uma das espécies mais abundantes, junto com *Hemilucilia segmentaria*, ao estudar dípteros necrófagos do Rio Grande do Sul.

Os *Mesembrinellinae* são um pequeno grupo de moscas exclusivamente neotropicais intensamente relacionadas ao ambiente silvestre, apresentando elevada abundância e diversidade nestes ambientes. Por isso, podem ser potenciais indicadores de ambientes florestais preservados, indicando uma maior variabilidade de respostas frente a diferentes tipos de impactos ambientais (Gadelha *et al.*, 2009; 2015b). Neste estudo, seis espécies desta subfamília foram capturadas, duas do gênero *Hemilucilia*, duas do gênero *Mesembrinella* e duas do gênero *Huascaromusca*.

As duas espécies do gênero *Hemilucilia* capturadas também foram registradas em todos os estágios de decomposição amostrados, com maior abundância nos dois estágios finais. *Hemilucilia segmentaria* foi a espécie com terceira maior abundância neste estudo. É considerada uma espécie assinantrópica, endêmica da América do Sul (Cabrini *et al.*, 2013), com preferência quase total por áreas florestais (Marinho *et al.*, 2006). Estes resultados corroboram com Oliveira-Costa *et al.* (2013) que, estudando fauna decompositora em região de mata ciliar no Rio de Janeiro, identificaram *Hemilucilia segmentaria* como presente em todos os estágios de decomposição, com maior abundância nos estágios de Inchamento e Decomposição, e redução de abundância na Esqueletização. Outros autores também relatam a ocorrência de *Hemilucilia segmentaria* a partir do Inchamento, sendo um indicador forense adequado para este estágio (Calderón-Arguedas *et al.*, 2005; Silva, 2012). Em contrapartida, Souza (2009), em um estudo forense em Manaus, relata a ocorrência de *Hemilucilia segmentaria* apenas a partir do terceiro estágio.

Hemilucilia semidiaphana foi a espécie mais abundante coletada no presente estudo, com maior abundância no estágio de Fermentação. *Hemilucilia semidiaphana* é considerada uma espécie assinantrópica, endêmica da América do Sul (Cabrini *et al.*, 2013), e foi registrada em outros estudos ocorrendo a partir do estágio de Inchamento (Souza *et al.*, 2008; Grisales *et al.*, 2010; Oliveira-Costa *et al.*, 2013) assim como no estudo atual. Enquanto a espécie foi considerada abundante por alguns autores (Silva *et al.*, 2014; Gadelha *et al.*, 2015a), foi pouco coletada em outras ocasiões (Souza, 2009).

Laneella nigripes é uma espécie exclusivamente Neotropical da qual pouco se conhece em termos biológicos e ecológicos (Ferraz *et al.*, 2010a) totalmente relacionada ao ambiente silvestre (Gadelha *et al.*, 2009; Ferraz *et al.*, 2010a). É relatada como a espécie mais abundante nos estudos realizados na Rebio-Tinguá (Mello *et al.*, 2007; Ferraz *et al.*, 2010a; Gadelha *et al.*, 2015b), e foi a quarta mais abundante deste estudo. Por ser uma espécie totalmente assinantrópica, sua presença é evidência do grau de preservação do Parque Nacional da Tijuca. Esta espécie também esteve presente em todos os estágios de decomposição amostrados, principalmente nos três últimos, com pico populacional no estágio de Fermentação.

Mesembrinella bellardiana é um Calliphoridae totalmente assinantrópico (Marinho *et al.*, 2006, Gadelha *et al.*, 2009), sendo a quinta espécie mais abundante neste estudo. Foi coletada em maior abundância no estágio de Fermentação, seguido por Esqueletização e Decomposição, e apenas um indivíduo no estágio de Inchamento. *Mesembrinella peregrina* ocorreu nos dois últimos estágios em baixa abundância, e um único exemplar no estágio de Decomposição. Gadelha *et al.* (2015a) encontraram relação da ocorrência desta espécie com o grau de preservação do local estudado, evidenciando ser uma espécie assinantrópica, e sua baixa ocorrência pode demonstrar a degradação do local estudado.

Chrysomya megacephala é uma espécie altamente sinantrópica e pode ser utilizada como indicadora de áreas impactadas por atividade humana (Ferraz *et al.*, 2010a; 2010b). De fato, sua ocorrência neste estudo se limitou ao verão, quando o parque recebe o maior número de visitantes. Batista-da-Silva *et al.* (2010) encontraram o maior pico desta espécie no verão, ao estudar a comunidade de Calliphoridae de Itaboraí, RJ. *Cochlyomyia hominivorax* está comumente associada a casos de miíase primária, sendo considerada uma espécie de importância médico-veterinária (Ferraz *et al.*, 2008; Coronado, 2009; Valviessie *et al.*, 2014), porém também foi capturada por Oliveira-Costa

et al. (2013) durante um estudo forense, estando presente em todas as estações, exceto durante o inverno, a única estação em que esteve presente no estudo atual. *Chrysomya megacephala* e *Cochliomyia hominivorax* são insetos comumente associados a áreas urbanas, por isso tiveram baixa ocorrência. Sua ocorrência, entretanto, alerta para a preservação da área estudada.

5.2. Fatores ambientais

A flutuação de temperatura é apontada como um fator que pode vir a favorecer o desenvolvimento das espécies de Calliphoridae (Krüger *et al.*, 2010). No presente estudo, não foi encontrada relação da abundância das espécies com as variáveis ambientais avaliadas, porém algumas espécies foram mais abundantes em determinadas épocas do ano.

No atual estudo, o maior pico de abundância de *Lucilia eximia* ocorreu durante o outono. As abundâncias do verão e inverno, entretanto, também foram elevadas, com diminuição acentuada na primavera. Outros estudos apontam a ausência de preferência desta espécie por alguma estação do ano, porém convergem ao relatar a falta de correlação da sua abundância com variáveis climáticas. (Calderón-Arguedas *et al.*, 2005; Souza *et al.*, 2008; Ferraz *et al.* 2010a; Silva *et al.*, 2014). Outros autores identificaram picos de abundância em estudos realizados na Rebio-Tinguá, geralmente relacionados às estações de verão (Ferraz *et al.*, 2010a – Janeiro) e inverno (Marinho *et al.*, 2006 – Junho; Mello *et al.*, 2007 – Junho, Setembro; Ferraz *et al.*, 2010a – Julho, Setembro). Mello *et al.* (2007) identificaram, ainda, um pico na primavera (Outubro), e Souza (2009) identificou a maior abundância no período chuvoso do Cerrado. Batista-da-Silva *et al.* (2010), em estudo de fauna de Calliphoridae em Itaboraí (RJ) identificaram maior abundância durante o verão e outono. Devido à não preferência quanto à estação do ano, e pela ocorrência em todos os estágios de decomposição, *Lucilia eximia* é uma espécie potencial indicadora forense (Souza *et al.*, 2008; Souza, 2009; Krüger *et al.*, 2010), e pode ser utilizada como ferramenta de auxílio na resolução de processos criminais na área estudada, uma vez que se conheça sua taxa de desenvolvimento nestas condições.

Enquanto em alguns trabalhos a abundância de *Hemilucilia segmentaria* não apresenta sazonalidade (Calderón-Arguedas *et al.*, 2005; Souza, 2009; Oliveira-Costa *et al.*, 2013), outros identificaram picos de abundância. Batista-da-Silva *et al.* (2010), em

estudo de fauna de Calliphoridae em Itaboraí (RJ) registraram esta espécie apenas durante o verão. Ferraz *et al.* (2010a) identificaram picos de abundância no mês de Setembro, inverno, ao estudar a comunidade de Calliphoridae do Tinguá. Marinho *et al.* (2006), estudando a diversidade de Calliphoridae da mesma região, registraram picos de sua ocorrência nos meses de Maio e Junho (outono/inverno). Já Souza *et al.* (2008) registraram esta espécie apenas no outono, no Rio Grande do Sul. Os resultados encontrados corroboram com Ferraz *et al.* (2010a) e Marinho *et al.* (2006), com maior abundância durante o inverno, além de grande abundância no verão e outono. Na primavera, entretanto, a captura desta espécie foi reduzida.

Hemilucilia semidiaphana, apesar de ter sido a mais capturada neste estudo, teve sua frequência concentrada no inverno, com baixa captura durante o outono. Seus picos de abundância são relatados em diversos estudos também como ocorrendo no inverno e na primavera (Marinho *et al.*, 2006; Mello *et al.*, 2007; Souza *et al.*, 2008; Ferraz *et al.*, 2010a; Oliveira-Costa *et al.*, 2013), porém, ao contrário do encontrado neste estudo, sua abundância se mostrou influenciada pela variação de temperatura (Marinho *et al.*, 2006; Mello *et al.*, 2007; Gadelha *et al.*, 2015a) e umidade relativa do ar (Marinho *et al.*, 2006; Mello *et al.*, 2007). Ferraz *et al.* (2010a), entretanto, não encontraram relação da ocorrência desta espécie com as variáveis climáticas, corroborando com os resultados atuais.

Laneella nigripes teve sua maior abundância registrada durante o inverno, com poucos insetos capturados durante o outono. Estudos demonstram picos populacionais variados, principalmente no outono e inverno (Mello *et al.*, 2007; Gadelha *et al.*, 2015b), corroborando com este resultado. Picos menores também são relatados no verão (Ferraz *et al.*, 2010a) e primavera (Gadelha *et al.*, 2015b). Diferente dos resultados atuais, sua abundância foi relacionada com a variação de temperatura em alguns estudos (Mello *et al.*, 2007; Gadelha *et al.*, 2015a), porém, assim como no presente estudo, esta relação não foi observada por Ferraz *et al.* (2010).

Mesembrinella bellardiana teve captura frequente nas estações de verão, inverno e primavera, e um número reduzido durante o outono, com o maior pico registrado para o verão. Nos demais estudos, apresenta picos populacionais variados, principalmente no inverno (Marinho *et al.*, 2006; Ferraz *et al.*, 2010a) e outono (Marinho *et al.*, 2006; Gadelha *et al.*, 2015b). Gadelha *et al.* (2015b) relatam ainda picos menores no verão e na primavera. Em outro estudo, Gadelha *et al.* (2015a) encontraram forte relação da

abundância de *Mesembrinella bellardiana* com a temperatura, assim como no atual estudo, porém esta relação parece relacionada a outliers, que interferem no resultado (Figura 9).

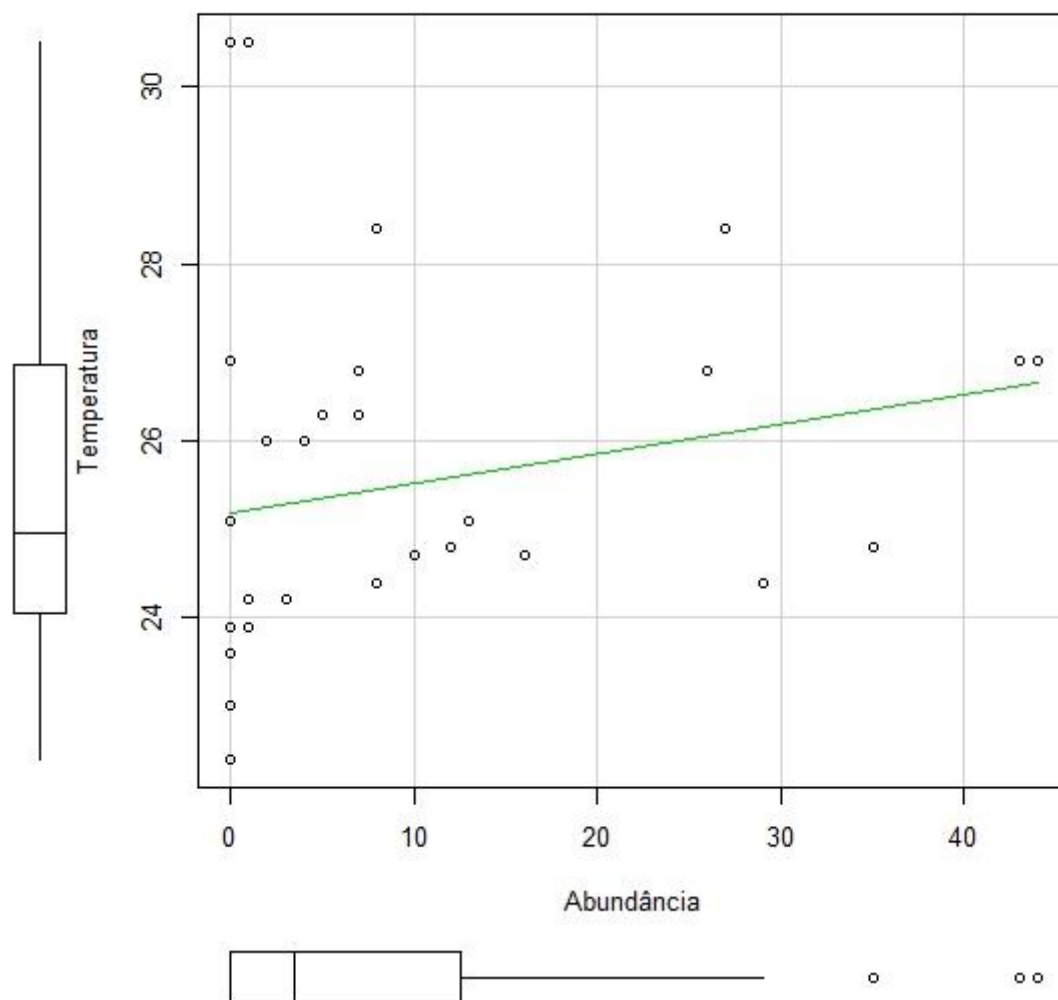
Assim como em estudo realizado por Gadelha *et al.* (2015a) na Rebio-Tinguá, a ocorrência de *Mesembrinella peregrina* não foi influenciada por fatores ambientais. Seu pico populacional foi registrado durante o inverno, com baixa ocorrência durante o outono e primavera, e apenas dois indivíduos no verão. Ainda segundo Gadelha *et al.* (2015a) sua ocorrência é influenciada, provavelmente, por competição com outras espécies que se estabelecem devido à degradação ou picos populacionais, diminuindo sua abundância.

Além da composição faunística, a temperatura também é apontada como um fator determinante no tempo de decomposição da carcaça (Souza *et al.*, 2008). O menor tempo de decomposição do presente estudo coincidiu com o verão, quando se registrou a maior temperatura média, assim como o maior tempo de decomposição foi observado no inverno, período no qual se registrou a menor temperatura média.

5.3. Influência sexual

Apesar de sugerido que o sexo do organismo a ser decomposto poderia influenciar na velocidade de decomposição (Ferrari *et al.*, 2008), não foi observada diferença no tempo total e de cada estágio em relação ao sexo das carcaças. Estes resultados corroboram com Silva & Villet (2006) e Souza *et al.* (2011) que testaram a velocidade de desenvolvimento de Calliphoridae em relação à presença de progesterona e testosterona, respectivamente, em diferentes concentrações na dieta à qual foram submetidos, não encontrando diferença entre elas e o controle. A maior captura de insetos nas carcaças do sexo masculino em todos os estágios de decomposição, exceto durante a Fermentação, pode ser explicada pelo tamanho dos indivíduos de *Ratus ratus*, cujos machos (massa corporal média de 350 mg) eram maiores que as fêmeas (massa corporal média de 250 mg), apesar de terem a mesma idade. Segundo Krüger *et al.* (2010), quanto maior a biomassa a ser consumida, mais rápido será o desenvolvimento, pois a abundância de larvas agregadas aumenta a temperatura local, acelerando o metabolismo dos insetos.

Figura 9: Correlação entre a variação e temperatura e a abundância de *Mesembrinella bellardiana* coletada em carcaças de *Rattus rattus* no Parque Nacional da Tijuca, RJ, durante o verão de 2014, outono, inverno e primavera de 2015.



6. Conclusão

- O Parque Nacional da Tijuca apresenta dez espécies de Calliphoridae de interesse forense, sendo a grande maioria (8/10) fortemente relacionada a áreas florestais, e apenas um número reduzido (2/10) com características sinantrópicas, o que indica se tratar de uma área preservada, com baixo impacto antrópico.
- O sexo da carcaça não influencia de forma significativa na atratividade de espécies de Calliphoridae. No entanto, carcaças do sexo masculino atraem maior riqueza de espécies do que as do sexo feminino, apresentando maior diversidade em todas as estações, exceto durante o outono. O número de insetos atraídos por carcaças do sexo masculino também é superior ao atraído por carcaças do sexo feminino durante todo o processo de decomposição, exceto durante o estágio de Fermentação, quando o inverso ocorre.
- A sucessão cadavérica de ratos no Parque Nacional da Tijuca indica *Lucilia eximia* como a espécie pioneira de Calliphoridae na colonização de carcaças. Esta espécie demonstrou maior preferência pelos estágios de Inchamento e Decomposição, enquanto as espécies *Hemilucilia segmentaria* e *Hemilucilia semidiaphana* demonstraram maior preferência pelos estágios de Fermentação e Esqueletização.
- O processo de decomposição de carcaças de ratos tem maior tempo de duração no inverno em até dois dias do que no verão.
- Não ocorre influência significativa da temperatura, precipitação e umidade relativa do ar na atratividade e abundância das espécies de Calliphoridae atraídas por carcaças de ratos no Parque Nacional da Tijuca. Entretanto, a fauna de Calliphoridae difere estatisticamente durante a primavera, quando ela é menos numerosa.

6. Referências bibliográficas

- Al-Mesbah HA, Moffatt C, El-Azazy OME, Majeed QAH, 2012 The decomposition of rabbit carcasses and associated necrophagous Diptera in Kuwait. *Forensic Sci Int*, DOI: 10.1016/j.forsciint.2011.09.021
- Anderson GS, 2009. Factors that influence insect succession on carrion. In: *Forensic entomology: The utility of arthropods in legal investigations*, 2nd edition. Ed. By Byrd JH, Castner JL, CRC Press, Florida, Boca Raton, 201-250.
- Azmi WA, Lim SP, 2013. Comparative study of Dipteran Species Diversity and Their Succession on Rabbit Carrion in Two Different Mangrove Areas of Peninsular Malaysia. *J Insects*, DOI: 10.1155/2013/398159
- Barbosa RR, Mello-Patiu CA, Ururahy-Rodrigues A, Barbosa CG, Queiroz MMC, 2010. Temporal distribution of ten calyptrate dipteran species of medicolegal importance in Rio de Janeiro, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, 105(2), 191-198.
- Batista-da-Silva JÁ, Moya-Borja GE, Queiroz MMC, 2010. Ocorrência e Sazonalidade de Muscóides (Diptera, Calliphoridae) de Importância Sanitária no Município de Itaboraí, RJ, Brasil. *EntomoBrasilis*, 3(1), 16-21.
- Begon M, 2006. *Ecology – From Individuals to Ecosystems*. 4th edition. Blackwell Publishing Ltd., Oxford.
- Biavati GM, Santana FHA, Pujol-Luz JR, 2010. A Checklist of Calliphoridae Blowflies (Insecta, Diptera) Associated with a Pig Carrion in Central Brazil. *J Forensic Sci*, DOI: 10.1111/j.1556-4029.2010.01502.x
- Borcard D, Gillet F, Legendre P, 2001. *Numerical ecology with R*. Ed. By Gentleman R, Hornik, K, Parmigiani GG, Springer, New York Dordrecht London Heidelberg, 154-155, 198.
- Bornemissza GF, 1957. An analysis of arthropod succession in carrion and the effect of its decomposition on the soil fauna. *Aust J Zool*, DOI: 10.1071/ZO9570001
- Cabrini I, Grella, MD, Andrade, CFS, 2013. Richness and composition of Calliphoridae in an Atlantic Forest fragment: implication for the use of dipteran species as bioindicators. *Biodivers Conserv*, DOI 10.1007/s10531-013-0545-x

- Calderón-Arguedas O, Troyo A, Solano ME, 2005. Sucesión de larvas de muscoides durante la degradación cadavérica em um bosque premontano húmedo tropical. Rev Biomed, 16(2), 79-85.
- Campobasso CP, Di Vella G, Introna F, 2001. Factors affecting decomposition and Diptera colonization. Forensic Sci Int, 120, 18-27.
- Carvalho LML, Linhares AX, 2001. Seasonality of insect succession and pig carcass decomposition in a natural forest area in Southeastern Brazil. J Forensic Sci, 46, 604-608.
- Cornaby BW, 1974. Carrion reduction by animals in constrasting tropical habitats. Biotropica, 6, 51-63.
- Coronado A, Kowalski A, 2009. Current status od the New World screwworm *Cochliomyia hominivorax* in Venezuela. Med Vet Entomol, 23 (S1), 106–110.
- Cruz TM, Vasconcelos SD, 2006. Entomofauna de solo associada à decomposição de carcaça de suíno em um fragmento de Mata Atlântica de Pernambuco, Brasil. Biociências, DOI:10.4257/oeco.2009.1304.09.
- Ferrari AC, Soares ATC, Guimarães MA, Thyssen PJ, 2008. Efeito da testosterona no desenvolvimento de *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) (Diptera: Calliphoridae). Medicina (Ribeirão Preto), 41 (1), 30-4.
- Ferraz ACP, Nunes RV, Gadelha BQ, Nascimento BP, Meirelles PRE, Aguiar-Coelho VM, Lessa CSS, 2008. Raro caso de miíase por *Cochliomyia hominivorax* e *Dermatobia hominis* em paciente humano. Arq Ciên Saúde, 15, 38-40.
- Ferraz ACP, Gadelha BQ, Aguiar-Coelho VM, 2010a. Influência Climática e Antrópica na Abundância e Riqueza de Calliphoridae (Diptera) em Fragmento Florestal da Reserva Biológica do Tinguá, RJ. Neotrop Entomol 39(4), 476-485.
- Ferraz ACP, Gadelha BQ, Moya-Borja GE, Aguiar-Coelho VM, 2010b. Effects of forest fragmentation on dipterofauna (Calliphoridae) at the Reserva Biológica do Tinguá, Nova Iguaçu, RJ. Braz J Biol, 70 (1), 55-63.
- Gadelha BQ, Ferraz ACP, Aguiar-Coelho VM, 2009. A importância de Mesembrinelíneos (Diptera: Calliphoridae) e seu potencial como Indicadores de Preservação Ambiental. Oecol Bras, DOI:10.4257/oeco.2009.1304.09

- Gadelha BQ, Ribeiro AC, Aguiar VM, Mello-Patiu CA, 2015a. Edge effects on the blowfly fauna (Diptera, Calliphoridae) of the Tijuca National Park, Rio de Janeiro, Brazil. *Braz J Biol*, DOI: 10.1590/1519-6984.05614
- Gadelha BQ, Silva AB, Ferraz ACP, Aguiar VM, 2015b. Mesembrinnellinae (Diptera: Calliphoridae) to edge effects in the Tinguá Biological Reserve, Rio de Janeiro, Brazil. *Braz J Biol*, DOI: 10.1590/1519-6984.10214
- Gomes L, Von Zuben CJ, 2006. Forensic Entomology and Main Challenges in Brazil. *Neotrop Entomol*, 35 (1), 1-11.
- Grisales D, Ruiz M, Villegas S, 2010. Insects associated with exposed decomposing bodies in the Colombian Andean Coffee Region. *Rev Bras Entomol*, 54(4), 637–644.
- Hall RD, Dotsy KE, 1993. Length of time after death: Effect on attraction and oviposition or larviposition of midsummer blowflies (Diptera, Calliphoridae) and the flesh flies (Diptera, Sarcophagidae) of medical importance in Missouri. *Annals of Entomology Society of America*, DOI: 10.1093/aesa/86.5.589
- Instituto Chico Mendes De Conservação Da Biodiversidade - Ministério Do Meio Ambiente, 2008. Plano de Manejo do Parque Nacional da Tijuca 3-4, [introdução.pdf]. URL: <http://www.parquedatijuca.com.br/#planodemanejo>
- Johnson MD, 1975. Seasonal and Microseral variations in the insect populations on carrion. *Am Midl Nat*, 93, 79-90.
- Kosmann C, Macedo MP, Barbosa TAF, Pujol-Luz JR, 2011. *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) and *Hemilucilia segmentaria* (Fabricius) (Diptera, Calliphoridae) used to estimate the postmortem interval in a forensic case in Minas Gerais, Brazil. *Rev Bras Entomol*, 55, 621–623.
- Kosmann C, Mello RP, Harterreiten-Souza ES, Pujol-Luz JR, 2013. A List of Current Valid Blow Fly Names (Diptera: Calliphoridae) in the Americas South of Mexico with Key to the Brazilian Species. *EntomoBrasilis*, DOI: 0.12741/ebrasilis.v6i1.266
- Krüger RF, Kirst FD, Souza ASB, 2010. Rate of development of forensically-important Diptera in southern Brazil. *Rev Bras Entomol* 54(4), 624-629.

- Lexered NL, Eid T, 2006. An evaluation of different diameter diversity indices based on criteria related to forest management planning. *Forest Ecol Manag*, DOI: 10.1016/j.foreco.2005.10.046
- Macedo MP, Kosmann C, Pujol-Luz JR, 2013. Origin of samples of *Canabis sativa* through insect fragments associated with compacted hemp drug in South America. *Rev Bras Entomol*, DOI: 10.1590/S0085-56262013005000008
- Marchenko MI, 2001. Medicolegal relevance of cadáver entomofauna for the determination of the time of death. *Forensic Sci Int*, DOI: 10.1016/S0379-0738(01)00416-9
- Marinho CR, Barbosa LS, Azevedo ACG, Queiroz MMC, Valgode MA, Aguiar-Coelho VM, 2006. Diversity of Calliphoridae (Diptera) in Brazil's Tinguá Biological Reserve. *Braz J Biol*, 66(1), 95-100.
- Mello RS, Queiroz MMC, Aguiar-Coelho VM, 2007. Population fluctuations of Calliphorid species (Diptera, Calliphoridae) in the Biological Reserve of Tinguá, state of Rio de Janeiro, Brazil. *Sér Zool*, 97(4), 481-485.
- Mello RP, 2003. Chave para a identificação das formas adultas das espécies da família Calliphoridae (Diptera, Brachycera, Cyclorrhapha) encontradas no Brasil. *Entomologia y Vectores*, 10 (2), 255-268.
- Monteiro-Filho ELA, Penereiro JL, 1987. Estudo de decomposição e sucessão sobre uma carcaça animal numa área do estado de São Paulo, Brasil. *Rev Bras Biol*, 47 289-295.
- Moura MO, Monteiro-Filho ELA, Carvalho CJB, 2005. Heterotrophic succession in carrion arthropod assemblages. *Braz Arch Biol Techn*, 48 (3), 447-486.
- Odum EP, 2004. Fundamentos de Ecologia. 6ª edição. Fundação Calouste Gulbenkian, São Paulo.
- Oliveira HG, Gomes G, Morlin Jr JJ, Von Zuben CJ, Linhares AX, 2009. The effect of Buscopan on the Development of the Blow Fly *Chrysomya megacephala* (F.) (Diptera: Calliphoridae). *J Forensic Sci*, DOI: 10.1111/j.1556-4029.2008.00926.x
- Oliveira-Costa J, Mello-Patiu CA, 2004. Application of Forensic Entomology to estimate of the post mortem interval (PMI) in homicide investigations by the Rio de Janeiro

Police Department in Brasil. Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology, 5, 40-44.

Oliveira-Costa J, 2011 Entomologia Forense - quando os insetos são vestígios. 3ª edição. Millennium, Campinas.

Oliveira-Costa J, Oliveira RG, Bastos CS, 2013. Diptera: Calliphoridae de Importância Forense no município do Rio de Janeiro. Revista Eletrônica Novo Enfoque, 16, 41-52.

Pujol-Luz JR, Marques H, Ururahy-Rodrigues A, Rafael JA, Santana FHA, Arantes LC, Constantino R, 2006. A Forensic Entomology case from the Amazon Rain Forest of Brazil. J Forensic Sci, DOI: 10.1111/j.1556-4029.2006.00217.x

Pujol-Luz JR, Francez PAC, Ururahy-Rodrigues A, Constantino R, 2008. The Black Soldier-fly, *Hermetia illucens* (Diptera, Stratiomyidae), used to estimate the Postmortem Interval in a Case in Amapá State, Brazil. J Forensic Sci, DOI: 10.1111/j.1556-4029.2008.00659.x

Roquette-Pinto E, 1908. Nota sobre a fauna cadavérica do Rio de Janeiro. Tribuna Médica, 21, 413-417

Salazar JL, 2006. Insectos de Importancia Forense em cadáveres de ratas, Carabobo – Venezuela. Ver Peru Med Exp Salud Publica, 23 (1), 33-38.

Serra-Freire NM, Mello RP, 2006. Entomologia e Acarologia na Medicina Veterinária. 1ª edição. L.F. Livros, Rio de Janeiro.

Silva C, Villet MH, 2006. Effects of prophylactic progesterone in decomposing tissues on the development of *Chrysomya chloropyga* (Wiedemann) (Diptera: Calliphoridae). Afr Entomol 14(1), 199-202.

Silva AZ, Anjos VA, Ribeiro PB, Krüger RF, 2010. Ocorrência de muscóideos necrófagos em carcaça de *Didelphis albiventris* Lund, 1841 (Didelphimorphia, Didelphidae) no Rio Grande do Sul, Brasil. Biotemas, 23 (2), 221-214.

Silva AZ, Hoffmeister CH, Anjos VA, Ribeiro PB, Krüger RF, 2014. Necrophagous Diptera associated with wild animal carcasses in Southern Brazil. Rev Bras Entomol, DOI: 10.1590/S0085-56262014000400001

- Silva JOA, 2012. Dissertação. Califorídeos (Diptera, Oestroidea) associados a cadáveres suínos em uma área de Cerrado na Reserva Ecológica do Inhamum, Caxias, Maranhão, Brasil: Subsídios para aplicação em Processos Forenses. Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-Graduação em Zoologia.
- Smith KGV, 1986. A Manual of Forensic Entomology. Cornell University Press, Ithaca.
- Souza ASB, Kirst FD, Krüger RF, 2008. Insects of forensic importance from Rio Grande do Sul state in southern Brazil. Rev Bras Entomol, 52 (4), 641-646.
- Souza ASB, 2009. Dissertação. Calliphoridae (Diptera) associados a cadáver de porco doméstico *Sus scrofa* (L.) na cidade de Manaus, Amazonas, Brasil. Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais. Maio, 2009.
- Souza CM, Thyssen PJ, Linhares AX, 2011. Effect of Nandrolone Decanoate on the Development of Three Species of *Chrysomya* (Diptera: Calliphoridae), Flies of Forensic Importance in Brazil. J Med Entomol, DOI: 10.1603/ME09291
- Ururahy-Rodrigues A, Rafael JA, Pujol-Luz JR, 2013. 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, DOI: 10.12741/ebrasilis.v6i1.242
- Valviesse VRGA, Ferraz ACP, Proença B, Werneck GRN, Aguiar VM, Lessa CSS, 2014. Míiase com exposição de calota craniana causada pela associação de *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel, 1858), *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775) e *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819), (Diptera: Calliphoridae) em um paciente atendido em Hospital Público, Rio de Janeiro. Entomotropica, 29 (3), 191-196.
- Vasconcelos SD, Araújo MCS, 2012. Necrophagous species of Diptera and Coleoptera in northeastern Brazil: state of the art and challenges for the Forensic Entomologist. Rev Bras Entomol, 56(1), 7-14.
- Vasconcelos SD, Cruz TM, Salgado RL, Thyssen PJ, 2013. Dipterans associated with a decomposing animal carcass in a rainforest fragment in Brazil: Notes on the early arrival and colonization by necrophagous species. J Insect Sci, DOI: 10.1673/031.013.14501

- Vasconcelos SD, Barbosa TM, Oliveira TPB, 2015. Diversity of Forensically-Important Dipteran Species in Different Environments in Northeastern Brazil, with Notes on the Attractiveness of Animal Baits. Fla Entomol, DOI: 10.1653/024.098.0256
- Vessoni F, 1998. Correlação Canônica [Correlacao_Canonica.pdf] URL: www.inmet.gov.br/documentos/corsoI_INMET_IRI/
- Watson EJ, Carlton CE, 2003. Spring succession of necrophilous insects on wildlife carcasses in Louisiana. J Med Entomol, 40, 338-347.
- Watson EJ, Carlton CE, 2005. Insect succession and decomposition of wildlife carcasses during fall and winter in Louisiana. J Med Entomol, 42(2), 193-203.
- Wells JD, Stevens JR, 2008. Application of DNA-based Methods in Forensic Entomology. Annu Rev Entomol, DOI: 0066-4170/08/0107-0103\$20.00
- Wolff M, Uribe A, Ortiz A, Duque P, 2001. A preliminar study of forensic entomology in Medellín, Colombia. Forensic Sci Int, 120, 53