



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – UNIRIO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE (CCBS)
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS (IBIO)
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE NEOTROPICAL
(PPGBIO)

Rafaela Pereira de Carvalho

**Sucessão de artrópodes em carcaça de rato (*Rattus rattus*) (Linnaeus, 1758) no
Parque Nacional da Tijuca, Mata Atlântica, RJ.**

Rio de Janeiro, 2016

Rafaela Pereira de Carvalho

**SUCESSÃO DE ARTRÓPODES EM CARÇA DE RATO (*Rattus rattus*)
(Linnaeus1758) NO PARQUE NACIONAL DA TIJUCA, MATA ATLÂNTICA,
RJ.**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-graduação em Biodiversidade Neotropical da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências Biológicas.

Orientadora: Dr^a Valéria Magalhães Aguiar

Rio de Janeiro, 2016

Rafaela Pereira de Carvalho

**SUCESSÃO DE ARTRÓPODES EM CARCAÇA DE RATO (*Rattus rattus*)
(Linnaeus 1758) NO PARQUE NACIONAL DA TIJUCA, MATA ATLÂNTICA,
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, ____ de _____ de 2016.

Banca Examinadora:

Prof^a Dr^a Valéria Magalhães Aguiar (Orientadora)

Departamento de Microbiologia e Parasitologia – UNIRIO

Prof^a Dr^a Luci Boanova Coelho – UFRJ

Prof^a Dr^a Janyra Oliveira da Costa – Universidade Castelo Branco

Prof^a Dr^a Cláudia Soares Santos Lessa – UNIRIO

Prof^o Dr. Jairo Dias Barreira - UNIRIO

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação aos meus pais por sempre me darem apoio e incentivo em toda a minha vida acadêmica.

AGRADECIMENTOS

A Deus, meu criador, meu Pai, que me sustentou em todos os momentos, me guiando em todos os meus caminhos, fazendo possível a realização deste sonho.

Aos meus pais, por todo amor, dedicação durante todos esses anos. Obrigada por acreditarem em mim e serem tão presentes na minha vida! Tudo o que sou e todas as minhas conquistas devo a vocês! Deus foi muito bom comigo permitindo que eu fosse filha de pessoas tão honradas como vocês!

As minhas queridas irmãs, Rebeca e Natália por todo amor e incentivo diário! Ao meu cunhado, que é irmão, pelo apoio e incentivo também de sempre. Amo vocês!

A toda a minha família, que é enorme e muito unida! Avós, tios, tias, primos por todo amor e apoio! Todos sempre me fortalecendo e acreditando em mim. Em especial ao meu Tio Oséias por me emprestar o notebook quando o meu estragou! Sem sua ajuda não seria possível Tio! Obrigada! Obrigada Família! Amo vocês!

A minha querida Orientadora Valéria Magalhães, pela amizade, pelos seis anos de parceria, apoio incondicional, por acreditar em mim e me ajudar a realizar esse sonho! Sem você o trabalho seria mais árduo, sua calma e paciência e principalmente sua confiança no meu trabalho contribuíram muito para que tudo fosse menos pesado! Obrigada por tudo!

A minha querida coorientadora Cláudia Lessa também por seis anos de parceria e amizade, por sempre se mostrar presente e solícita em todas as situações! Obrigada por todo apoio e carinho!

A Babi, que foi a pessoa responsável pelo meu crescimento dentro da área da entomologia, especificamente na taxonomia de Calliphoridae. Obrigada por suas aulas na lupa! Sem sua dedicação e paciência eu não teria alcançado novos vãos com as mosquinhas! Obrigada pelo incentivo e essencial ajuda!

Aos meus parceiros do LED, Adriana, Wellington, Allan, Marcela, Daniela, Ana Carolina, Mariana, pela amizade, parceria de experimentos, pelas idas as coletas, perrengues subindo trilha com chuva, Obrigada a todos! Em especial ao Wellington por ser meu parceiro de experimento, coleta, estatística! Obrigada pela parceria, não teria conseguido sozinha! Adriana, pela amizade de Unirio, LED, mestrado, experimento, congressos, da VIDA! São seis anos de uma amizade sólida que transcendeu a Universidade! Obrigada por nos levar as coletas quando faltou carro e principalmente obrigada pela grande amizade e apoio de sempre!

Aos meus amigos de uma vida inteira, Alyne, Karolzinha, Débora e Bruno pela amizade de mais de dez anos, pelo apoio e incentivo, alguns mesmo longe sempre perto! Amo vocês!

Aos amigos da Panelinha 2009.2, Presentes da Unirio: Aline, Evelyn, Cassinha, Lelê, Débora, Alê, Camila, Padre, Cris, Tarciso, Lélío, pela amizade, gargalhadas garantidas, apoio e incentivo de sempre! Vocês fazem parte da minha vida!

A Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), por ser minha casa durante seis anos, por me permitir conhecer pessoas maravilhosas! Pela excelência acadêmica, professores queridos que tive o prazer de conhecer! Povo da secretaria, do transporte e todos os funcionários da Instituição que de alguma forma fizeram parte da minha vida e contribuíram pro meu crescimento acadêmico e conclusão do meu trabalho. Em especial, o professor Elidiomar Ribeiro da Silva, meu professor preferido, pela amizade, incentivo e apoio de sempre e também pela identificação dos outros artrópodes! Muito Obrigada!

Aos pesquisadores Francisco do Laboratório de Diptera do Museu nacional pela identificação das outras famílias de Diptera e Thiago Rodas do Laboratório de Insetos aquático da Unirio, pela identificação dos Hymenópteros! Muito, muito Obrigada!

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Neotropical da UNIRIO, pelos conhecimentos transmitidos através das disciplinas. Muito Obrigada!

Aos colegas da minha turma 2014.1 do PPGBIO. Obrigada pela parceira de dois anos, seminários e disciplinas, pela viagem a Silva Jardim, as risadas e trocas. Sucesso a todos nós! Em especial, agradeço aos meus amigos mais chegados, Padre, Taís, Adriana, Wellington, Igor, Isabela pelos seminários e ajuda nas disciplinas.

Aos membros da banca: Luci BoaNova Coelho pelas dicas desde a qualificação, Janyra Oliveira Costa, por aceitarem o convite e riquíssima contribuição. Muito Obrigada!

RESUMO

Para a aplicação da Entomologia Forense em investigações criminais é fundamental o conhecimento da artropodofauna associada a carcaças em decomposição e a influência dos fatores abióticos sobre os estágios de decomposição. Cada bioma possui sua fauna e condições locais próprias, o que exige estudos regionais para definir padrões de sucessão em cadáveres característicos de cada região e bioma. Portanto, conhecer a artropodofauna associada ao processo de decomposição de carcaças *R. rattus* em área de Mata Atlântica no Rio de Janeiro trará informações valiosas para serem aplicadas na Entomologia Forense. Objetivou-se determinar a fauna de artrópodes associados à carcaça de rato (*Rattus rattus*) em área de Mata Atlântica, no Parque Nacional da Tijuca. O experimento foi realizado nas estações verão, outono, inverno e primavera de 2015, para cada experimento foram utilizados três animais da espécie *Rattus rattus*, linhagem Wistar, sexo masculino, com massa corporal aproximada de 300 a 400 gramas. Estes foram sacrificados em câmara de CO₂ sob forma de gelo seco e alocados em armadilha personalizada. As armadilhas foram instaladas ao longo da trilha do Pico da Tijuca, a 550 metros da área de borda no Largo do Bom Retiro, distanciadas umas das outras por 100 metros em três pontos distintos. As coletas foram realizadas diariamente às 9h da manhã, onde a carcaça foi fotografada para registro dos estágios de decomposição, os insetos adultos e imaturos foram coletados e levados ao Laboratório de Estudos de Dípteros (LED) da UNIRIO. Foi capturado um total de 22 de famílias artrópodes, pertencentes a sete ordens: Diptera, Coleoptera, Hymenoptera, Blattaria, Orthoptera, Mantodea e Araneae. Diptera foi a mais representativa, 91% de todos os artrópodes coletados, pertencentes a 12 famílias. Calliphoridae foi a família mais abundante e diversa com 4.884 indivíduos (88,2%) e 10 espécies. A segunda mais abundante foi Sarcophagidae com 339 indivíduos (6,1%), Micropezidae: (2,9%), Fannidae: (1,31%), Muscidae: (0,68%), Phoridae: (0,27%), Neridae: (0,21%) e outras famílias encontradas com pouca representatividade: Sphaeroceridae (0,07%), Chloropidae (0,05%), Dolichopodidae (0,03%), Drosophilidae (0,03%) e Tabanidae (0,02%). A ordem Coleoptera foi a segunda mais abundante, 5,87% de todos os artrópodes encontrados, pertencentes a cinco famílias. Staphylinidae foi a família mais abundante, representando 57,3% do total de coleópteros, seguido de Scarabaeidae (14,88%), Histeridae (12,6%), Leiodidae (11%) e Silphidae representados pelo gênero *Oxelytrum* sp. (4,22%). A ordem Hymenoptera foi representada pela família Formicidae,

distribuídos em três subfamílias: Myrmicinae com 142 indivíduos, obteve a maior representatividade (88,8%), duas espécies e três gêneros, seguido de Formicinae (10%) com uma espécie e um gênero, Dolichoderinae foi a família menos abundante com apenas um indivíduo do mesmo gênero, correspondendo a 1,2% do total de himenópteros. Obteve-se representantes nas quatro categorias ecológicas, os necrófagos foram os mais representativos, seguido de predadores, onívoros e acidentais. Díptera apresentou um padrão de sucessão começando nas fases iniciais de decomposição e aumentando a frequência ao longo dos estágios finais de decomposição, sendo muito intensa na Fermentação, Coleoptera e Hymenoptera colonizaram os estágios finais de decomposição. Houve sobreposição das ordens coletadas em todas as etapas da decomposição de *R. rattus* exceto no estágio Inchaço que foi colonizado apenas pelos dípteros. Portanto podemos dizer que houve um padrão de sucessão claro, demonstrando não haver exclusivismo entre os estágios de decomposição e os grupos encontrados.

Palavras-chave: Artropodofauna, estágio de decomposição, sucessão faunística.

ABSTRACT

The knowledge about arthropodofauna associated to decaying carcasses and the influence of abiotic factors on the decay stages is essential for the application of Forensic Entomology in criminal investigations. Each biome has its own fauna and local conditions, which requires regional studies to define characteristic succession patterns in bodies of each region and biome. Therefore, knowing the arthropodofauna associated to decay process of *R. rattus* carcasses in Rainforest in Rio de Janeiro Will provide valuable informations to be applied in Forensic Entomology. The objective was to determine the fauna of arthropods associated to carcasses of rat (*Rattus rattus*) in Rainforest area, in Tijuca National Park. The experiment was realized during the summer, autumn, winter and spring of 2015, for each experiment were used three animals of the species *Rattus rattus*, Wistar lineage, male, approximate body mass 300-400 grams, they were sacrificed in a CO₂ chamber in the form of dry ice and allocated in customized trap, the traps were set along the trail of Pico da Tijuca, 550 meters from the border area in Largo do Bom Retiro, 100 meters away from each other in three different locations. The collections were realized daily at 9 am, when the carcass was photographed to register the stage of decay, the adult and immature insects were collected and taken to Laboratório de Estudos de Dípteros (LED) of UNIRIO. A total of 22 families of arthropods were collected, belonging to eight orders: Diptera, Coleoptera, Hymenoptera, Blattaria, Mantodea and Araneae. Diptera was the most representative, 91% of all the arthropods collected, belonging to 12 families. Calliphoridae was the most abundant and diverse family with 4.884 specimens (88,2%) and 10 species. The second most abundant was Sarcophagidae with 339 specimens (6,1%), Micropezidae: (2,9%), Fanniidae: (1,31%), Muscidae: (0,68%), Phoridae: (0,27%), Neridae: (0,21%) and other families found with low representativeness: Sphaeroceridae (0,02%), Chloropidae (0,05%), Dolichopodidae (0,03%), Drosophilidae (0,03%) and Tabanidae (0,02%). Coleoptera was the second most abundant order, 5,87% of all arthropods found, belonging to five families. Staphylinidae was the most abundant, representing 57,3% of the total of coleopteran, followed by Scarabaeidae (14,88%), Histeridae (12,6%), Leiodidae (11%) and Silphidae represented by the genera *Oxelytrum* sp. (4,22%). The order Hymenoptera was represented by the family Formicidae, distributed in three subfamilies: Myrmicinae with 142 specimens, was the most representative (88,8%), two species and three genera, followed by Formicinae (10%) with one species and one

genera. Dolichoderinae was the less abundant family with only one individual, corresponding to 1,2% of total Hymenoptera. There were obtained representatives of the four ecological categories, scavengers were the most representative, followed by predators, omnivores and accidental. Diptera represented a succession pattern starting in the early stages of decomposition and increasing the frequency along Fermentation and Black Putrefaction, being very intense during Fermentation, Coleoptera and Hymenoptera colonized Fermentation and Black Putrefaction stages of decomposition. There was no overlap of the two orders collected in all the stages of decomposition of *R. rattus* except during the Bloated stage which was colonized only for diptera. Therefore we can say there was a clear succession pattern, demonstrating there is no exclusivity between stages of decomposition and the groups collected.

Key-words: Arthropodofauna, stage of decay, faunistic succession.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Mapa da área de coleta de artrópodes em carcaça de rato no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, ao longo da trilha do Pico da Tijuca, a 550 metros da área de borda no Largo do Bom Retiro, em três pontos distintos (A - 22°56'50.70"S43°17'37.07"O; B - 22°56'47.09"S43°17'34.53"O e C - 22°56'43.47"S43°17'31.31"O) no verão, outono, inverno e primavera de 2015.....7
- Figura 2: Armadilha personalizada utilizada para coleta dos artrópodes associados à carcaça de *Rattus rattus* no Parque Nacional da Tijuca, RJ ao longo das quatro estações do ano de 2015: (A) - gaiola onde foi exposta a isca; (B) - caixa de contenção; (C) - recipiente coletor; (D) - arame que envolve a gaiola (30 cm x 23 cm x 18 cm); (E) - bandeja de polietileno (30 cm x 22 cm x 6,5 cm); (F) - tela de arame móvel (19 cm x 26,5 cm); (G) - recipiente de polietileno transparente com capacidade de 2 litros (21 cm de altura x 14,5 cm de diâmetro); (H) - funil de tela emborrachada atingindo 1/3 da altura do recipiente.....8
- Figura 3: Recipientes de polietileno (A) utilizados para criação dos imaturos no Laboratório de Estudos de Dípteros coletados em carcaça de *Rattus rattus* no Parque Nacional da Tijuca, RJ nas quatro estações de 2015, mantidos em câmara climatizada (B) (T=28°C dia, 26°C noite, UR±70%+ 10%, 12 horas de fotofase) até a emergência dos adultos.....10
- Figura 4: Médias de temperatura e umidade relativa do ar ao longo dos experimentos realizados em carcaça de *Rattus rattus* no Parque Nacional da Tijuca, RJ, nas estações verão, outono, inverno e primavera de 2015.....17
- Figura 5: Análises de Redundância (RDA) e Correspondência Canônica (CCA) realizadas para avaliar a influência dos fatores ambientais sobre as ordens de artrópodes coletadas no verão, outono, inverno e primavera de 2015 no Parque Nacional da Tijuca, RJ.....19
- Figura 6: Carcaça de *Rattus rattus* no estágio I (Inicial) do processo de decomposição exposta em gaiola no Parque Nacional da Tijuca, RJ.....25

- Figura 7: Carcaça de *Rattus rattus* no estágio II (Inchaço) do processo de decomposição exposta em gaiola no Parque Nacional da Tijuca, RJ.....25
- Figura 8: Carcaça de *Rattus rattus* no estágio III (Putrefação Escura) do processo de decomposição exposta em gaiola no Parque Nacional da Tijuca, RJ.....26
- Figura 9: Carcaça de *Rattus rattus* no estágio IV (Fermentação) do processo de decomposição exposta em gaiola no Parque Nacional da Tijuca, RJ.....26
- Figura 10: Carcaça de *Rattus rattus* no estágio V (Seco) do processo de decomposição exposta em gaiola no Parque Nacional da Tijuca, RJ.....27
- Figura 11: Distribuição temporal das famílias de Diptera associados à decomposição de *Rattus rattus* ao longo das estações de 2015 no Parque Nacional da Tijuca, RJ: Calliphoridae (A), Sarcophagidae (B), Micropezidae (C), Faniidae (D), Muscidae (E), Phoridae (F), Neridae (G), Sphaeroceridae (H), Chloropidae (I), Dolichopodidae (J), Drosophilidae (L), Tabanidae (M).....38
- Figura 12: Distribuição temporal das famílias de Coleoptera associados à decomposição de *Rattus rattus* ao longo das estações de 2015 no Parque Nacional da Tijuca, RJ: Sthaphylinidae (A), Scarabaeidae (B), Histeridae (C), Leiodidae (D), Silphidae (E).....44
- Figura 13: Distribuição temporal das subfamílias de Hymenoptera associados à decomposição de *Rattus rattus* ao longo das estações de 2015 no Parque Nacional da Tijuca, RJ: Myrmicinae (A), Formicinae (B), Dolichoderinae (C).50
- Figura 14: Distribuição temporal de Araneae associados à decomposição de *Rattus rattus* ao longo das estações de 2015 no Parque Nacional da Tijuca, RJ.....54
- Figura 15: Distribuição temporal da família Ectobiidae associados à decomposição de *Rattus rattus* ao longo das estações de 2015 no Parque Nacional da Tijuca, RJ.....54
- Figura 16: Distribuição temporal da família Gryllidae associados à decomposição de *Rattus rattus* ao longo das estações de 2015 no Parque Nacional da Tijuca, RJ.....55

Figura 17: Distribuição temporal da família Mantidae associados à decomposição de <i>Rattus rattus</i> ao longo das estações de 2015 no Parque Nacional da Tijuca, RJ.....	55
--	----

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1: Frequência absoluta (n) e relativa (%) dos artrópodes coletados em carcaça de *Rattus rattus* nas estações do ano de 2015 no Parque Nacional da Tijuca, RJ.....16
- Tabela 2: Máximas, mínimas e médias de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação acumulada nas estações verão, outono, inverno e primavera de 2015, no Parque Nacional da Tijuca, RJ, obtida na Estação Meteorológica 83743, Rio de Janeiro, RJ – BDMEP/INMET.....18
- Tabela 3: Correlação de Spearman (ρ) entre fatores abióticos (temperatura, umidade relativa do ar e precipitação), famílias e subfamílias de artrópodes associadas à carcaça de *Rattus rattus* no Parque Nacional da Tijuca, RJ ao longo das estações do ano de 2015.....21
- Tabela 4: Duração dos estágios de decomposição da carcaça de *Rattus rattus* em três repetições expostas em armadilhas no Parque Nacional da Tijuca, RJ, ao longo das quatro estações do ano de 2015.....24
- Tabela 5: Índices faunísticos da biodiversidade das famílias e subfamílias de artrópodes coletadas em carcaça de *Rattus rattus* estações do ano de 2015 no Parque Nacional da Tijuca, RJ.....29
- Tabela 6: Frequência absoluta (n) e relativa (%) das espécies família Calliphoridae associadas à carcaça de *Rattus rattus* no Parque Nacional da Tijuca, RJ, ao longo das quatro estações do ano de 2015.....32
- Tabela 7: Frequência absoluta (n) e relativa (%) dos gêneros e espécies da família Formicidae associadas à carcaça de *Rattus rattus* no Parque Nacional da Tijuca, RJ, ao longo das quatro estações do ano de 2015.....49
- Tabela 8: Guildas tróficas das famílias de artrópodes e suas respectivas frequências absolutas (n) e relativas (%), associadas à carcaça de *Rattus rattus* no Parque Nacional da Tijuca, RJ, nas quatro estações de 2015.....57

Tabela 9: Distribuição das ordens coletadas, relacionando as fases de decomposição da carcaça de <i>Rattus rattus</i> no Parque Nacional da Tijuca, RJ nas quatro estações de 2015.....	59
---	----

SUMÁRIO

Resumo.....	VII
Abstract.....	IX
Lista de Figuras.....	XI
Lista de Tabelas.....	XIV
1 Introdução.....	1
2 Objetivos.....	5
3 Material e métodos.....	5
3.1 Área de estudo.....	5
3.2 Metodologia de coleta.....	6
3.3 Análises estatísticas e faunísticas	11
4 Resultados e Discussão.....	14
4.1 Artropodofauna atraída por carcaças de <i>Rattus rattus</i> no Parque Nacional da Tijuca, RJ.....	14
4.2 Dados meteorológicos.....	14
4.3 Estágios de decomposição da carcaça de <i>Rattus rattus</i> (Linnaeus 1758) nas quatro estações do ano de 2015.....	22
4.4 Índices faunísticos de diversidade.....	28
4.5 Influência dos fatores abióticos no processo de decomposição das carcaças de <i>Rattus rattus</i> (Linnaeus 1758) no Parque Nacional da Tijuca, RJ.....	28

4.6	Associação da artropodofauna com os estágios de decomposição das carcaças de <i>Rattus rattus</i> (Linnaeus 1758) e estações do ano de 2015.....	30
4.6.1	Associação das famílias de Diptera com os estágios de decomposição das carcaças de <i>Rattus rattus</i> (Linnaeus 1758) e estações do ano de 2015.....	30
4.6.2	Associação das famílias de Coleoptera com os estágios de decomposição das carcaças de <i>Rattus rattus</i> (Linnaeus 1758) e estações do ano de 2015.....	41
4.6.3	Associação das subfamílias de Hymenoptera com os estágios de decomposição das carcaças de <i>Rattus rattus</i> (Linnaeus 1758) e estações do ano de 2015.....	46
4.6.4	Associação das outras ordens de artrópodes com os estágios de decomposição das carcaças de <i>Rattus rattus</i> (Linnaeus 1758) e estações do ano de 2015.....	51
4.7	Guildas tróficas.....	56
4.8	Padrões de sucessão da artropodofauna associada a carcaça de <i>Rattus rattus</i> (Linnaeus 1758) no Parque Nacional da Tijuca ao longo das quatro estações do ano de 2015.....	58
5	Conclusão.....	60
6	Referências bibliográficas.....	62

1 INTRODUÇÃO

Entomologia Forense é a ciência que estuda a biologia e o comportamento de insetos e outros artrópodes, fornecendo auxílio em procedimentos policiais ou processos penais, e está classificada em três áreas distintas: a urbana, caracterizada por insetos que danificam os imóveis, como o cupim; a de produtos estocados, que visa tratar a contaminação de produtos comerciais estocados; e a médico-legal, a categoria que engloba principalmente aquelas que envolvem a área criminal e a mortes violenta (Oliveira-Costa 2011; Rafael et al. 2012).

Esta última área, a entomologia médico-criminal aplica informações sobre a biologia e desenvolvimento dos insetos em investigações criminais (Gomes et al. 2009; Amendt et al. 2011; Oliveira-Costa 2011; Ururahy-Rodrigues et al. 2013). A entomofauna associada ao cadáver pode trazer informações esclarecedoras quanto à causa da morte. O mais frequente uso desse conhecimento é na determinação do intervalo pós-morte ou IPM, que permite estimar o tempo em que o cadáver se encontra no local e o período desde a sua morte. A idade dos insetos mais velhos presentes no corpo auxilia na determinação do IPM mínimo (Urrahy-Rodrigues et al. 2013), no entanto, a apurada identificação dos insetos associados com o processo de decomposição, ajustado ao conhecimento de seu ciclo de vida, suas características ecológicas e outras técnicas de investigações permite um cálculo mais preciso do IPM (Carvalho et al. 2004; Ururahy-Rodrigues et al. 2008).

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 e Von Zuben 2006; Oliveira-Costa 2011). A ocorrência e interações dos artrópodes, juntamente com a influência dos fatores abióticos e condições do cadáver determinam a velocidade e grau de sua decomposição, esta por fim, influencia na composição da biodiversidade local (Cruz e Vasconcelos 2006). O cadáver passa por diferentes fases de decomposição. A denominação dessas fases varia de acordo com o autor, bem como a sua classificação que pode ser de quatro a seis fases (Marques 2008). A decomposição pode ser afetada por fatores que podem acelerar ou retardar o seu tempo, influenciando na estimativa do IPM, como a constituição da fauna cadavérica e a influência de microorganismos (Campobasso et al. 2001; Marques, 2008) além das condições climáticas, local, tamanho e idade do corpo,

tóxicos como drogas, vestimentas, causa da morte, ferimentos, soterramento, comportamento noturno de certos necrófagos, predatismo (Pinheiro et al. 2012).

Bornemissza (1957) classificou a decomposição do cadáver/carcaça em cinco estágios: estágio de decomposição Inicial (ou carcaça recente), Putrefação (inchaço), Putrefação Escura (decomposição ativa), Fermentação (decomposição avançada) e Seco ou Final (restos de esqueleto). Gomes et al. (1997) divide os processos de decomposição, de ambiente terrestre, também em cinco fases: fresca, coloração, gasosa ou enfisematosa, coliquativa ou da fusão e esqueletização. Santana (2006) confere denominações semelhantes para as cinco fases de decomposição do cadáver: Inicial, Inchamento, Deterioração, Seco e Restos.

O Brasil apresenta a maior biodiversidade do mundo e isso se reflete também na entomofauna cadavérica (Pujol-Luz et al. 2008a). Os grupos de artrópodes associados ao processo de decomposição são divididos em quatro grupos principais: necrófagos, predadores, parasitas de necrófagos, onívoros e acidentais (Carvalho e Linhares 2001; Oliveira-Costa 2011; Silva et al. 2014). Os predadores e/ou parasitóides das espécies necrófagas que, como o nome indica, alimentam-se dos necrófagos e também são bons indicadores do estágio de decomposição de um cadáver (Mello e Aguiar-Coelho 2009); as espécies onívoras que se alimentam de mais de um tipo de matéria orgânica, incluindo ocasionalmente a carcaça; as espécies “acidentais” que visitam a carcaça em busca de refúgio, microambiente favorável, e local de pouso ou postura e, os insetos necrófagos propriamente ditos (Cruz e Vasconcelos 2006). Sendo, estes últimos, os de maior importância forense, pois são aqueles que utilizam a matéria orgânica em decomposição como fonte proteica para si ou, visando estimular a oviposição, ou ainda para desenvolvimento de suas fases imaturas. Sua atividade acelera a putrefação e a desintegração do corpo. Como a alimentação e a reprodução desses insetos estão associadas à decomposição, esses hábitos possibilitam sua aplicação em investigações de litígios (Oliveira-Costa 2011; Vasconcelos et al. 2015).

As ordens de insetos mais importantes para a Entomologia Forense são Diptera e Coleoptera, abrangendo, respectivamente, moscas e besouros. Utilizam as carcaças como fonte de alimento e substrato para a postura de ovos. Os imaturos alimentam-se da matéria orgânica em decomposição e são os principais responsáveis pela perda da massa das carcaças (Woffet al. 2001; Ururahy-Rodrigues et al. 2008).

Diptera está entre as quatro ordens megadiversas de Insecta, com 153 mil espécies descritas, distribuídas mundialmente em cerca de 160 famílias. Dentre essas,

mais de 31 mil espécies em 118 famílias são reconhecidas na região Neotropical (Carvalho et al. 2012). Esta ordem reúne os mosquitos e as moscas, estas últimas representam o grupo de insetos de maior importância para os estudos de entomologia forense, são geralmente os primeiros colonizadores da carcaça, principalmente os representantes das famílias Calliphoridae, Sarcophagidae e Muscidae (Carvalho e Mello-Patiu 2008; Biavati 2010; Oliveira-Costa 2011; Gennard 2012; Vasconcelos et al. 2015).

A ordem Coleoptera compreende a mais diversa entre os insetos. Sua característica principal é a presença de élitros, primeiro par de asas que é modificado, espesso, de textura coriácea e brilhante, cuja função é proteger o segundo par de asas, este utilizado para vôo (Triplehorn e Johnson 2011). Os coleópteros são citados como o segundo grupo de maior importância na Entomologia Forense (Kulshrestha e Satpathy 2001; Oliveira-Costa 2011). Grande parte dos besouros que visitam a carcaça são predadores e alguns são necrófagos, os primeiros podem ser encontrados em todos os estágios de decomposição, enquanto que os últimos são mais restritos às fases finais (Bornemisza 1957; Oliveira-costa e Quintino 2008).

As condições alimentares dos artrópodes vão se modificando ao longo da decomposição da carcaça. Os tecidos moles começam a desaparecer do cadáver devido à desidratação e ao consumo nas fases mais avançadas. Passam a existir restos de tecidos secos presos aos ossos e isso dificulta a ação das larvas de dípteros. As estruturas bucais dessas larvas não são adaptadas à alimentação de tecidos secos, o que favorece as larvas de coleópteros que são mais adaptadas a esse tipo de substrato (Segura et al. 2011).

A terceira maior ordem em interesse forense é Hymenoptera, principalmente a família Formicidae, que corresponde a mais de 85% dos indivíduos dessa ordem associados à decomposição de cadáver. Esses insetos não estão associados a uma fase de decomposição em particular, uma vez que são encontrados durante todo o processo de decomposição. Elas podem se comportar como necrófagas e predadoras de larvas de outros insetos (Martinez et al. 2002; Moretti et al. 2007).

Vários trabalhos sobre a entomofauna associada ao processo de decomposição de carcaças de animais, inclusive em cadáveres humanos, foram publicados no Brasil (Oliveira-Costa e Mello-Patiu 2004; Andrade et al. 2005; Pujol-Luz et al. 2006; Oliveira e Vasconcelos 2010; Kosmann et al. 2011; Vasconcelos et al. 2013; Oliveira et al. 2012; Alves et al. 2014). Carcaças de suínos são as mais utilizadas como modelo

experimental; devido a maior semelhança morfológica e fisiológica (Ururahy-Rodrigues 2008; Souza 2009; Barbosa et al. 2009; Fontoura et al. 2009; Biavati, et al. 2010; Rosa et al. 2011) porém estudos com ratos (Monteiro-Filho e Penereiro 1987; Moura et al. 1997; Moretti et al. 2008; Silva 2014), coelhos (Souza et al. 2008; Corrêa et al. 2014), gambás (Krüger et al. 2010), cães (Barbosa, et al. 2013; Martins et al. 2013) ou mesmo partes separadas de animais como, fígado ou carne de origem bovina, vísceras de frango e peixes em decomposição já foram utilizados (Leandro e D'almeida 2005; Marinho et al. 2006; Souza et al. 2008; Ferraz et al. 2010; Gonçalves et al. 2011; Koller et al. 2011).

A Mata Atlântica está presente ao longo de toda a costa brasileira, atingindo em média 200 km de largura, e é considerado um dos biomas mais ricos em biodiversidade do planeta, composto por floresta tropical com vegetação densa e de grande porte. Ela apresenta uma variedade de formações, englobando um diversificado conjunto de ecossistemas florestais com estruturas e composições bastante diferenciadas que incluem as faixas litorâneas do Atlântico, florestas de baixada e de encosta da Serra do Mar e florestas interioranas e matas de Araucária, tendo como elemento comum a exposição aos ventos úmidos que sopram do oceano (<http://www.sosmatatlantica.org.br>). Essa grande diversificação ambiental e seu passado de transgressões e retrações de domínios durante as oscilações climáticas do quaternário, associado aos diversos gradientes altitudinais, proporcionou à Mata Atlântica uma enorme diversidade biológica (Mori et al. 1981, Mantovani 1993), que trouxe como consequência uma grande riqueza de patrimônio genético e paisagístico, demonstrada por índices verdadeiramente impressionantes: 55% das espécies arbóreas, 40% das espécies não arbóreas são endêmicas, no caso da fauna, 39% dos mamíferos que vivem na floresta são endêmicos. O total de mamíferos, aves, répteis e anfíbios que ali ocorrem alcança 1361 espécies, sendo que 567 são endêmicas (ICMBio-MMA 2008). Apesar dessa grande biodiversidade, a situação da floresta é extremamente grave, pois das 202 espécies animais ameaçadas de extinção no Brasil, 171 são da Mata Atlântica. Originalmente, a Mata Atlântica ocupava 1.290.000 Km², ou seja, cerca de 12% do território brasileiro distribuída ao longo de 17 estados, mais hoje dia ficou reduzida a 7,3% de seu território original. (<http://www.estadao.com.br/ext/ciencia/arquivo/mata/>).

No país, devido à grande extensão territorial e ao clima tropical que consequentemente trazem uma alta diversidade biológica, as pesquisas regionalizadas

são importantes, pois cada bioma tem sua fauna e condições locais próprias, o que exige o estudo das entomofaunas regionais e seus padrões de sucessão em cadáveres (Pujol-Luz et al. 2008). Inegavelmente, a Entomologia Forense só pode ser aplicada em áreas onde já são conhecidas a composição e a biologia da fauna entomológica em cada estágio de decomposição das carcaças (Vairoet al. 2011; Oliveira-Costa 2011).

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.

2 OBJETIVOS

- Acompanhar o tempo de duração e as etapas do processo de decomposição da carcaça de *Rattus rattus* (Linnaeus, 1758) exposta em ambiente de Mata Atlântica, no Parque Nacional da Tijuca;
- Comparar a diversidade e abundância relativa de artrópodes coletados na carcaça nas quatro estações do ano;
- Verificar a sucessão entomológica durante o processo de decomposição da carcaça de *R. rattus*;
- Comparar a entomofauna associada entre os estágios de decomposição do vertebrado nas estações do ano.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O Parque Nacional da Tijuca, localizado no 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. A vegetação é predominantemente de Mata Atlântica, coberta por floresta ombrófila densa secundária em avançado estágio de regeneração. Caracterizado por seu relevo montanhoso e acidentado composto pelo Pico da Tijuca, Corcovado e Pedra da Gávea, o maior monólito a beira mar do mundo. O Parque Nacional da Tijuca possui uma área total de 3.953 ha, equivalente a 3,5% da área do município do Rio de Janeiro (<http://www.parquedatijuca.com.br/>). A precipitação anual média é de 1.500 mm e de acordo com a escala de Koppen o clima é classificado como Aw - clima tropical com chuvas no verão. Na determinação dos tipos

climáticos de Koppen são considerados a sazonalidade e os valores médios anuais e mensais da temperatura do ar e precipitação (Köppen e Geiger 1928).

O estudo foi desenvolvido em área de Mata Atlântica no Parque Nacional da Tijuca, no Rio de Janeiro, ao longo da trilha do Pico da Tijuca, a 550 metros da área de borda no Largo do Bom Retiro, em três pontos (Figura 1).

3.2 Metodologia de coleta

O Projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética para Pesquisas em animais da Universidade Federal Fluminense (UFF), número 136/2012. O experimento foi realizado nas estações: verão nos meses de janeiro e fevereiro, outono no mês de maio, inverno nos meses de julho e agosto e primavera no mês de novembro de 2015. Para cada experimento foram utilizados três animais da espécie *Rattus rattus*, linhagem Wistar, sexo masculino, com massa corporal aproximada de 300 a 400 gramas. Estes foram adquiridos no Biotério da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) e também no Centro de Criação de animais da Fiocruz (CECAL). Cada fase do experimento constituiu da exposição de três repetições da carcaça, nas quatro estações do ano de 2015. Estes foram sacrificados em câmara de CO₂ sob forma de gelo seco.

Os animais foram alocados em armadilha personalizada, que consistiu de três partes principais (Figura 2): uma gaiola (A), onde foi exposta a isca, uma caixa de contenção (B), que reteve os insetos atraídos pela isca, e um recipiente coletor (C), para onde os insetos foram direcionados e aprisionados para coleta. Na gaiola confeccionada de arame (D) (30 cm x 23 cm x 18 cm) se encaixou uma bandeja de polietileno (E) (30 cm x 22 cm x 6,5 cm), onde foram depositados cerca de 100g de serragem para coleta de imaturos e animais com hábito predominantemente terrestre. Para separar a serragem da isca, utilizou-se uma tela de arame móvel (F) (19 cm x 26,5 cm), que se encaixou na bandeja e suportou a carcaça. Este conjunto foi coberto pela caixa de contenção, uma caixa de polietileno (40 cm x 28 cm x 30 cm) com sua abertura voltada para o solo, pintada de cor preta, na qual se encontravam seis orifícios de três centímetros de diâmetro, dois em cada lateral maior e um em cada lateral menor. Na parte superior da caixa (fundo), observa-se uma abertura de 12,5 cm de diâmetro, onde se encaixou o recipiente coletor, composto de um recipiente de polietileno transparente (G), com capacidade de 2 litros (21 cm de altura x 14,5 cm de diâmetro). Neste, uma abertura de

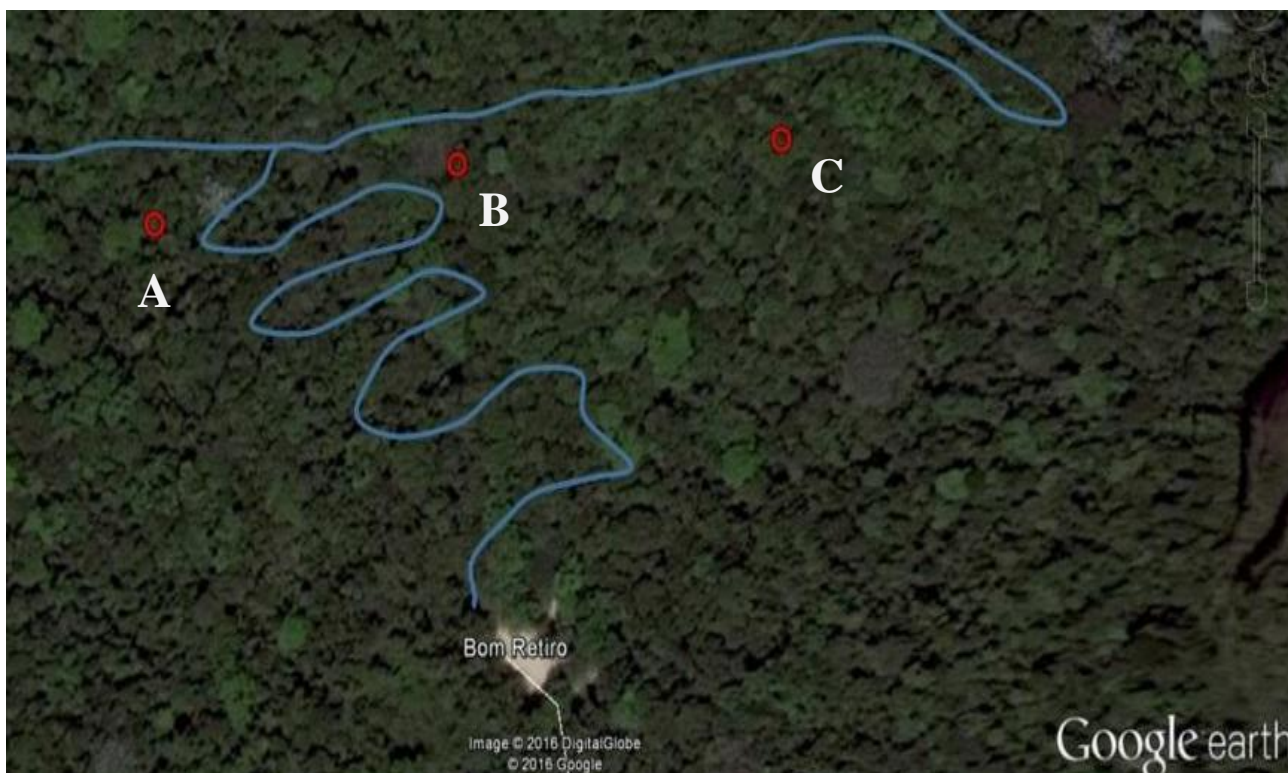
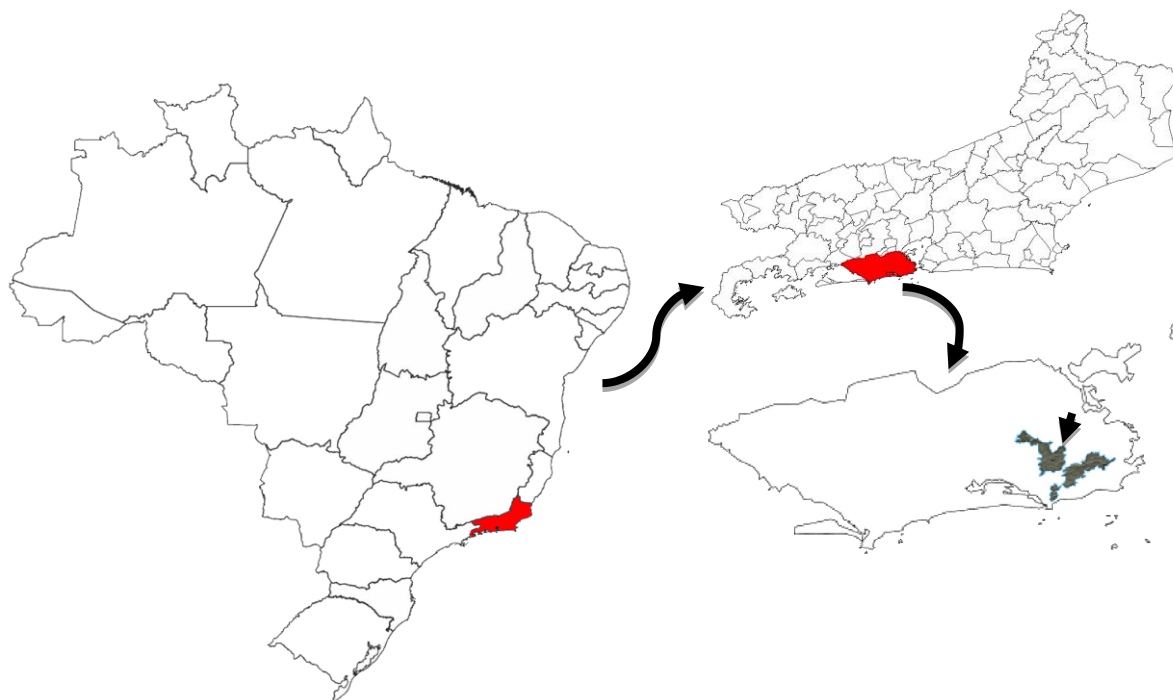


Figura 1: Mapa da área de coleta de artrópodes em carcaça de rato no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, ao longo da trilha do Pico da Tijuca, a 550 metros da área de borda no Largo do Bom Retiro, em três pontos distintos (A - $22^{\circ}56'50.70''S43^{\circ}17'37.07''O$; B - $22^{\circ}56'47.09''S43^{\circ}17'34.53''O$ e C - $22^{\circ}56'43.47''S43^{\circ}17'31.31''O$) no verão, outono, inverno e primavera de 2015.

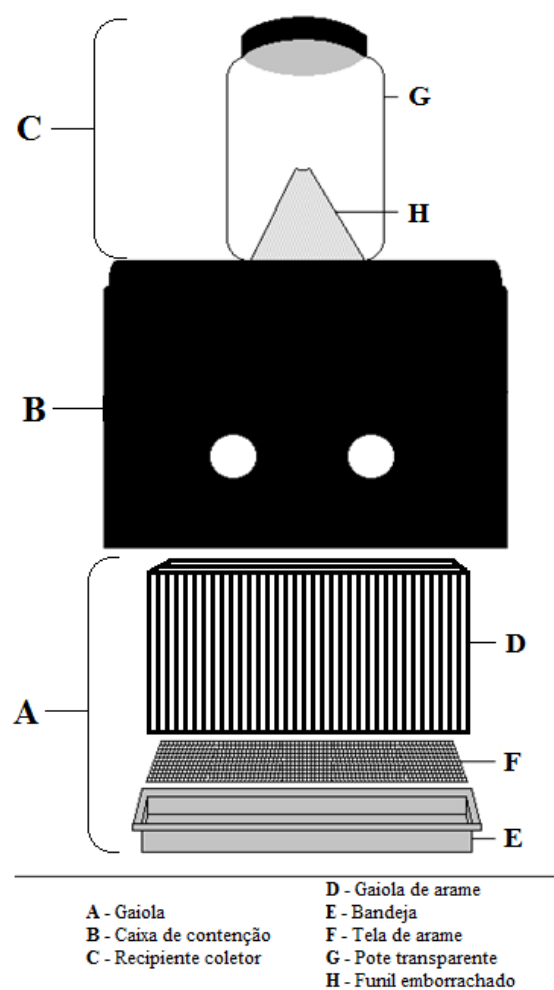


Figura 2: Armadilha personalizada utilizada para coleta dos artrópodes associados à carcaça de *Rattus rattus* no Parque Nacional da Tijuca, RJ ao longo das quatro estações do ano de 2015: (A) - gaiola onde foi exposta a isca; (B) - caixa de contenção; (C) - recipiente coletor; (D) – arame que envolve a gaiola (30 cm x 23 cm x 18 cm); (E) – bandeja de polietileno (30 cm x 22 cm x 6,5 cm); (F) – tela de arame móvel (19 cm x 26,5 cm); (G) - recipiente de polietileno transparente com capacidade de 2 litros (21 cm de altura x 14,5 cm de diâmetro); (H) - funil de tela emborrachada atingindo 1/3 da altura do recipiente.

12,5 cm no fundo o conectou com a caixa de contenção, e nesta abertura visualiza-se um funil de tela emborrachada (H), atingindo 1/3 da altura do recipiente. A armadilha descrita tem como princípios a atratividade de insetos pelo odor e o fototropismo positivo. Os insetos foram atraídos pelo odor da isca, entrando na caixa de contenção por seus orifícios laterais. Uma vez que a caixa de contenção é um ambiente escuro, os insetos seguem em direção à luz. O recipiente coletor, acima, por ser transparente, permitiu a passagem da luminosidade atraindo os insetos, que ficaram impedidos de retornar à caixa de contenção pelo funil de tela emborrachada. O contato com o solo ampliou as possibilidades de captura, possibilitando artrópodes não alados ou com capacidade limitada de vôo, que se encontram, geralmente, em contato com o folhoso, a alcançarem a carcaça.

As armadilhas foram instaladas ao longo da trilha do Pico da Tijuca, diretamente no solo, distanciadas umas das outras por 100 metros em três pontos distintos (A - 22°56'50.70"S43°17'37.07"O; B - 22°56'47.09"S43°17'34.53"O e C - 22°56'43.47"S43°17'31.31"O) (Figura 1).

As coletas foram realizadas diariamente às 9h da manhã, onde a carcaça foi fotografada para registro dos estágios de decomposição, os insetos adultos e imaturos foram coletados e levados ao Laboratório de Estudos de Dípteros (LED) da UNIRIO. As coletas duraram até o término do experimento, que ocorreu no momento em que finalizou o processo de decomposição e a carcaça não apresentava mais atratividade para os insetos. O processo de decomposição classificado de acordo com os estágios proposto por Bornemissza (1957). Os estágios foram identificados através das mudanças nas características morfológicas das carcaças.

Os insetos adultos foram transferidos para sacos de polietileno (capacidade de três litros) devidamente identificados, levados para o Laboratório de Estudo de Dípteros da UNIRIO, onde foram sacrificados por resfriamento no freezer (-10°C) e posteriormente identificados taxonomicamente.

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%, 12 horas de fotofase) até a emergência dos adultos (Figura 3).



Figura 3: Recipientes de polietileno (A) utilizados para criação dos imaturos no Laboratório de Estudos de Dípteros coletados em carcaça de *Rattus rattus* no Parque Nacional da Tijuca, RJ nas quatro estações de 2015, mantidos em câmara climatizada (B) ($T=28^{\circ}\text{C}$ dia, 26°C noite, $\text{UR}\pm 70\%+ 10\%$, 12 horas de fotofase) até a emergência dos adultos.

Os espécimes adultos da família Calliphoridae foram identificados taxonomicamente segundo Mello (2003) e Kossman (2013), Coleoptera segundo Almeida e Mise (2009). Contamos com a colaboração de pesquisadores do Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro e da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro na identificação das outras ordens e famílias de artrópodes: Ms. Francisco de Assis Rodrigues Júnior (Laboratório de Dipterologia, Museu Nacional, UFRJ- alguns Diptera); Leonardo de Oliveira Cardoso da Silva (Laboratório de Blattaria, Museu Nacional, UFRJ Blattaria); Prof. Dr. Elidiomar Ribeiro da Silva (Laboratório de Insetos aquáticos, UNIRIO - Orthoptera) e Ms. Thiago Rodas (Laboratório de Insetos aquáticos, UNIRIO - Hymenoptera). Todos os espécimes foram depositados na Coleção Entomológica do Laboratório de Estudos de Dípteros da UNIRIO.

3.3 Análises estatísticas e faunísticas

Análises estatísticas foram realizadas através do software R (versão 3.2.3), para as análises de Correlação Canônica e de Redundância foi utilizado o pacote vegan e gráficos foram realizados com as funções do excel 2013. O teste Anova com nível de significância de $\alpha=0,05$, foi utilizado para comparar as umidades relativas do ar ao longo das estações do ano, esse teste compara dados paramétricos. Para relação da temperatura com as estações do ano utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis (KW), com nível de significância de $\alpha=0,05$ e foi usado um pós-teste adaptado para a função Kruskal do pacote agricolae no R. Para analisar a relação das famílias com os fatores abióticos (temperatura, umidade relativa do ar e precipitação), foram realizadas análises de Redundância (RDA) e de Correlação Canônica (CCA), além de Correlação de Spearman para comparar sua influência nas famílias mais capturadas durante o experimento.

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 (<http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa>).

O teste de Kruskal-Wallis (KW) é um teste não paramétrico utilizado para comparar três ou mais populações. Ele é usado para testar a hipótese nula de que todas as populações possuem funções de distribuição iguais contra a hipótese alternativa de que ao menos duas das populações possuem funções de distribuição diferentes

(http://www.apis2.com.br/?page_id=268). Este teste foi utilizado para observar se houve uma relação da temperatura com as estações do ano.

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 (Bocardet 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, utilizou-se a Correlação de Spearman (ρ), com nível de significância adotado de $\alpha=0,05$, que verificou se houve uma correlação das variáveis ambientais (temperatura, índice pluviométrico e umidade relativa do ar) com a abundância das famílias coletadas. O coeficiente de Spearman mede o grau da correlação linear entre duas variáveis quantitativas. É um índice adimensional com valores situados ente -1,0 e 1,0 inclusive, que reflete a intensidade de uma relação linear entre dois conjuntos de dados. Quanto mais próximo estiver destes extremos, maior será a associação entre as variáveis. $\rho = 1$ significa uma correlação perfeita positiva entre as duas variáveis e $\rho = -1$ significa uma correlação negativa perfeita entre as duas variáveis. Isto é, se uma aumenta a outra sempre diminui (http://www.inf.ufsc.br/~verav/Correlacao/Correlacao_Pearson_Spearman_Kendall.pdf).

Para o estudo de diversidade foram utilizados índices faunísticos de riqueza (Margalef), dominância (Simpson), diversidade (Shannon-Wiener) e Equitabilidade (Pielou), a fim de comparar a distribuição das famílias entre os estágios de decomposição da carcaça, bem como verificar se houve diferença significativa nesta distribuição com as estações do ano.

A riqueza pode ser medida simplesmente pela contagem de espécies presentes na comunidade ou através do índice de riqueza de Margalef (I), que estima a biodiversidade de uma comunidade com base na distribuição numérica dos indivíduos das diferentes espécies em função do número total de indivíduos existentes na amostra.

Valores inferiores a 2,0 são considerados como denotando áreas de baixa diversidade (em geral em resultado de efeitos antropogênicos) e valores superiores a 5,0 são considerados como indicador de grande biodiversidade (Lexerod e Eid 2006).

O índice de Shannon-Wiener mede o grau de incerteza em prever em que espécie pertencerá o indivíduo escolhido, ao acaso, de uma amostra com S espécies e N indivíduos. Quanto maior o valor do índice de Shannon, maior será a diversidade da amostra. Este índice pode expressar riqueza e uniformidade (Begon 2006; Rosa 2007)

O Índice de dominância de Simpson mede a probabilidade de dois indivíduos, selecionados ao acaso na amostra, pertencer à mesma espécie, levando em conta tanto a riqueza quanto a abundância de cada espécie. É um índice de dominância e reflete a probabilidade de dois indivíduos escolhidos ao acaso na comunidade pertencerem à mesma espécie. Varia de 0 a 1 e quanto mais alto for, maior a probabilidade dos indivíduos serem da mesma espécie, ou seja, maior a dominância e menor a diversidade.

O índice de Equitabilidade de Pielou refere-se à distribuição da abundância das espécies, ou seja, a maneira pela qual a abundância está distribuída entre as espécies de uma comunidade. O índice varia no intervalo [0,1], onde 1 representa a máxima diversidade, ou seja, todas as espécies são igualmente abundantes (Begon 2006).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Artropodofauna atraída por carcaças de *Rattus rattus* no Parque Nacional da Tijuca, RJ:

Na Tabela 1 estão registradas todas as ordens e famílias de artrópodes encontrados com suas respectivas frequências absolutas e relativas. Foi capturado um total de 6.063 artrópodes atraídos por carcaça de *Rattus rattus* na Floresta da Tijuca, nas quatro estações do ano de 2015.

Dentro do filo Arthropoda foram encontrados indivíduos pertencentes a sete ordens, distribuídos em 22 famílias. A ordem Diptera foi a mais representativa com 5.537 indivíduos, 91% de todos os artrópodes coletados, pertencentes a 12 famílias. Calliphoridae foi a família mais abundante e diversa com 4.884 indivíduos (88,2%) e 10 espécies; a segunda família de Diptera mais abundante foi Sarcophagidae com 339 indivíduos, seguida de Micropezidae, Fannidae, Muscidae, Phoridae, Neridae e outras famílias encontradas com pouca representatividade: Sphaeroceridae, Chloropidae, Dolichopodidae, Drosophilidae e Tabanidae (Tabela 1). A ordem Coleoptera foi a segunda mais abundante com 356 indivíduos, 5,87% de todos os artrópodes encontrados, pertencentes a cinco famílias. Staphylinidae foi a família mais abundante, seguido de Scarabaeidae, Histeridae, Leiodidae e Silphidae (Tabela 1). A ordem Hymenoptera, por sua vez, totalizou 160 indivíduos, 2,6% dos artrópodes. Todos os indivíduos pertencentes a família Formicidae, distribuídos em três subfamílias: Myrmicinae com 142 indivíduos, obteve a maior representatividade com duas espécies e três gêneros, seguido de Formicinae com uma espécie e um gênero. Dolichoderinae foi a subfamília menos abundante com apenas dois indivíduos (Tabela 1). As outras ordens como Araneae, Blattaria, Orthoptera e Mantodea, totalizaram apenas 0,16% dos artrópodes encontrados. Blattaria foi representado apenas por dois indivíduos da família Ectobiidae, Orthoptera também com dois indivíduos da família Gryllidae e Mantodea apenas um exemplar da família Mantidae. Os espécimes da ordem Araneae foram identificados taxonomicamente somente a nível de ordem, totalizando 5 indivíduos (Tabela 1).

4.2 Dados meteorológicos

A análise das condições climáticas registradas durante o experimento revelou que a temperatura diferiu estatisticamente entre as estações do ano ($p=5,498e^{-5}$), pelo

teste Kruskal-Wallis com nível de significância de $\alpha=0,05$. As estações outono e inverno apresentaram temperaturas mais baixas, já as temperaturas mais elevadas foram registradas na primavera e verão. O verão apresentou a maior temperatura registrada no experimento ($37,1^{\circ}\text{C}$), no mês de janeiro de 2015. O outono e inverno apresentaram a menor temperatura ($19,8^{\circ}\text{C}$), nos meses de maio e agosto de 2015 (Figura 4).

A média da umidade relativa do ar pelo teste de ANOVA com nível de significância de $\alpha=0,05$, não apresentou diferença entre as estações ($p=0,145$) (Tabela 1). A primavera foi a estação que apresentou a maior umidade relativa do ar (88,7%) e o verão o menor valor (61,3%). A precipitação foi maior na primavera (81,9 mm³) e verão (68,2 mm³) apresentou valores muito baixos no inverno e nulo no outono (Tabela 2).

As Análises Correspondência Canônica e de Redundância dos fatores ambientais foi realizada para as três ordens mais representativas, Diptera, Coleoptera e Hymenoptera. Essas análises não indicaram nenhuma relação com a abundância das famílias no presente estudo (Figura 5).

Tabela 1: Frequência absoluta (n) e relativa (%) dos artrópodos coletados em carcaça de *Rattus rattus* nas estações do ano de 2015 no Parque Nacional da Tijuca, RJ.

Classe	Ordem	Famílias	n	%
Insecta	Diptera	Calliphoridae	4.884	88,20
		Sarcophagidae	339	6,10
		Micropezidae	164	2,90
		Fannidae	73	1,31
		Muscidae	38	0,68
		Phoridae	15	0,27
		Neridae	12	0,21
		Sphaeroceridae	4	0,07
		Chloropidae	3	0,05
		Dolichopodidae	2	0,03
		Drosophilidae	2	0,03
		Tabanidae	1	0,02
		Total Diptera	5.537	91
Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	204	57,30
		Scarabaeidae	53	14,88
		Histeridae	45	12,60
		Leiodidae	39	11,00
		Silphidae	15	4,22
		Total Coleoptera	356	6
Insecta	Hymenoptera	Subfamílias de Formicidae		
		Myrmicinae	142	88,8
		Formicinae	16	10
		Dolichoderinae	2	1,20
		Total Hymenoptera	160	2,60
Insecta	Blattaria	Ectobiidae	2	100
		Total Blattaria	2	0,03
Insecta	Orthoptera	Gryllidae	2	100
		Total Orthoptera	2	0,03
Insecta	Mantodea	Mantidae	1	100
		Total Mantodea	1	0,02
Arachnida	Araneae	Total Aranea	5	0,08
Total Arthropoda			6.063	100

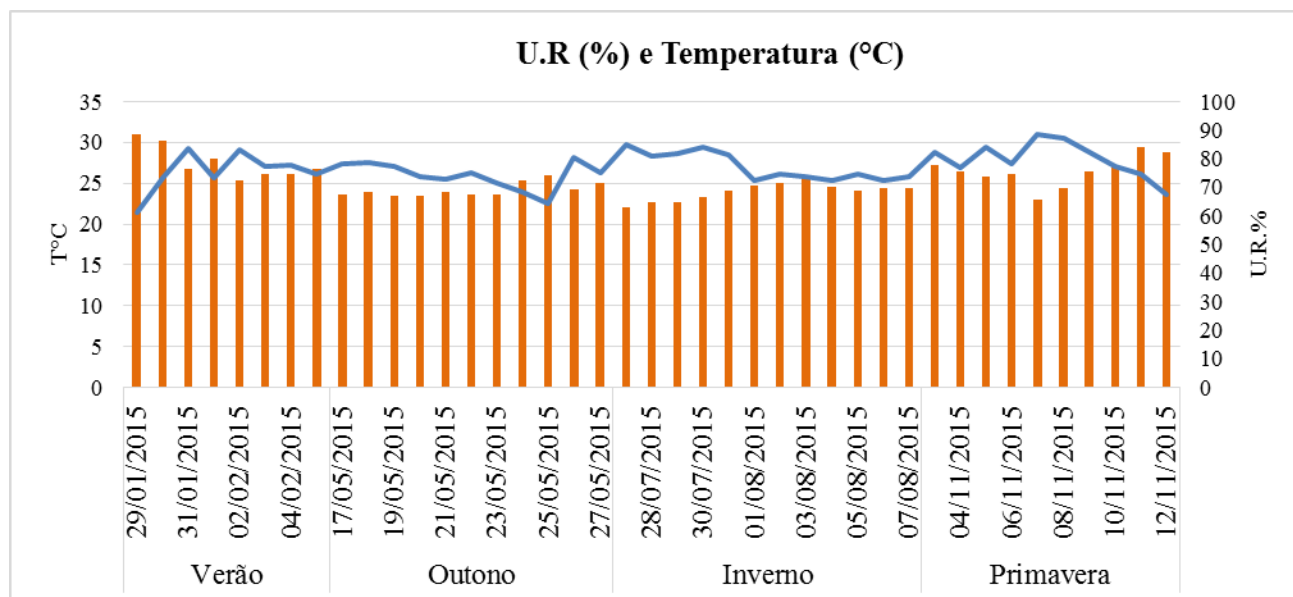


Figura 4: Médias de temperatura e umidade relativa do ar ao longo dos experimentos realizados em carcaça de *Rattus rattus* no Parque Nacional da Tijuca, RJ, nas estações verão, outono, inverno e primavera de 2015.

Tabela 2: Máximas, mínimas e médias de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação acumulada nas estações verão, outono, inverno e primavera de 2015, no Parque Nacional da Tijuca, RJ, obtida na Estação Meteorológica 83743, Rio de Janeiro, RJ – BDMEP/INMET.

Estação	Temperatura (°C)			Umidade Relativa (%)			Precipitação Acumulada
	Mínima	Máxima	Média	Mínima	Máxima	Média	
Verão	23,5	37,1	27,5a	61,3	83,5	75,6a	68,2
Outono	19,8	30,9	24,2b	64,3	80,5	74,2a	0,0
Inverno	19,8	32	24,0b	72,3	84,8	77,2a	0,1
Primavera	21,0	33,6	26,5a	67,3	88,7	79,9a	81,9

* Mesmas letras não diferem entre si pelo teste ANOVA e Kruskal-Wallis, com significância $\alpha=0,05$, pós-teste adaptado para a função Kruskal do pacote agricolae no software R. Letras diferentes diferem entre si.

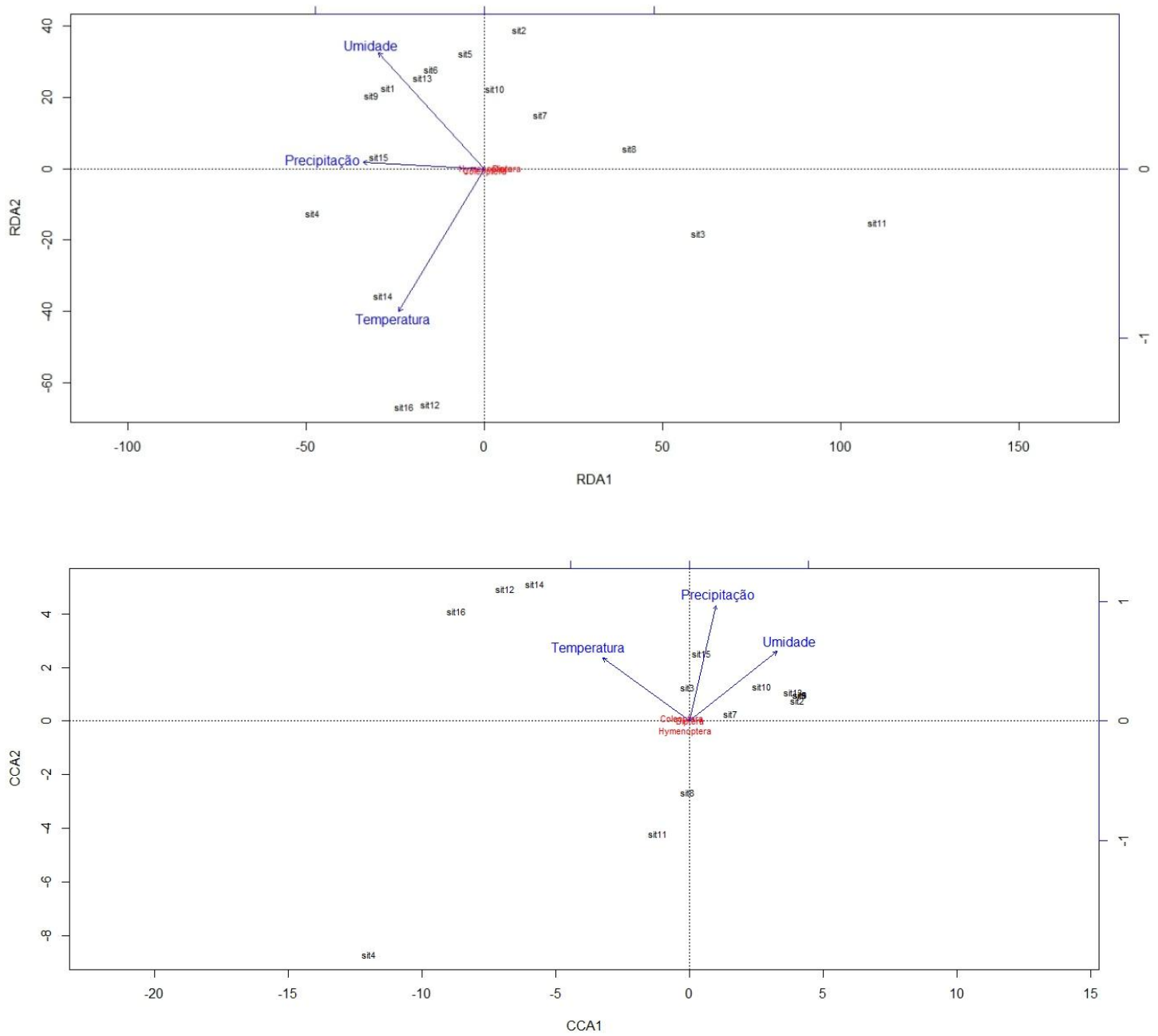


Figura 5: Análises de Redundância (RDA) e Correspondência Canônica (CCA) realizadas para avaliar a influência dos fatores ambientais sobre as ordens de artrópodes coletadas no verão, outono, inverno e primavera de 2015 no Parque Nacional da Tijuca, RJ.

A correlação de Spearman foi realizada para as cinco famílias de Diptera mais capturadas (Calliphoridae, Sarcophagidae, Micropezidae, Fannidae e Muscidae), todas as famílias de Coleoptera e Hymenoptera associadas à carcaça de *R. rattus* no presente estudo. Em todos os grupos avaliados, essa correlação se mostrou significativa para a família Silphidae ($p= 0.0416$) com relação a temperatura, indicando uma correlação positiva, ou seja, quando a temperatura aumenta são mais abundantes, e quando a temperatura diminui ocorre uma diminuição de sua abundância. As famílias Micropezidae, Leiodidae apresentaram significativamente influenciadas de forma positiva pela umidade relativa do ar ($p=0.0249$), ($p=0.0491$), respectivamente. Destas apenas Micropezidae sofreu influência positiva da precipitação ($p=0.0006$) nessa correlação, indicando que essas variáveis influenciaram diretamente essas famílias em algum momento (Tabela 3).

Tabela 3: Correlação de Spearman (ρ) entre fatores abióticos (temperatura, umidade relativa do ar e precipitação), famílias e subfamílias de artrópodes associadas à carcaça de *Rattus rattus* no Parque Nacional da Tijuca, RJ ao longo das estações do ano de 2015.

Correlação de Spearman (ρ)						
Famílias	Temperatura		Umidade		Precipitação	
	ρ	P	ρ	p	P	P
Calliphoridae	0.2240	0.4042	0.4683	0.0673	0.4606	0.0725
Sarcophagidae	-0.4531	0.0779	-0.3298	0.2121	-0.4561	0.0757
Micropezidae	0.3417	0.1952	0.5572	0.0249	0.6532	0.0060
Fannidae	0.1450	0.5919	0.0303	0.9111	-0.0275	0.9193
Muscidae	-0.2066	0.4425	0.0934	0.7306	0.1070	0.6932
Sthaphylinidae	-0.1724	0.5231	0.1093	0.6868	0.0023	0.9930
Scarabaeidae	-0.3254	0.2187	-0.2173	0.4187	-0.3835	0.1425
Histeridae	-0.3413	0.1957	0.1234	0.6488	-0.0364	0.8935
Leiodidae	0.0440	0.8713	0.4988	0.0491	0.4942	0.0516
Silphidae	-0.5139	0.0416	-0.2231	0.4061	-0.3635	0.1663
Myrmicinae	-0.0559	0.8370	0.0425	0.8758	-0.0369	0.8919
Formicinae	0.4129	0.1119	0.1317	0.6266	0.1568	0.5619
Dolichoderinae	0.3087	0.2446	-0.1963	0.4662	-0.2395	0.3716

* O Valor de ρ indica a correlação entre as variáveis, esse valor varia de -1 e 1. Quanto mais próximo estiver o valor destes extremos, maior será a associação entre as variáveis.

4.3 Estágios de decomposição de *Rattus rattus* nas quatro estações do ano de 2015:

Para um estudo de sucessão ecológica da colonização de uma carcaça, durante a sua decomposição, é importante definir cada estágio de decomposição que ela se encontra e a fauna associada. No presente estudo utilizou-se a descrição de Bornemisza (1957), que divide o processo de decomposição em cinco estágios: Inicial ou fresco (I), Putrefação inicial ou Inchaço (II), Putrefação escura (III), Fermentação (IV) e Seco (V).

O tempo de decomposição total das carcaças de *Rattus rattus* foi maior no inverno com duração total de 12 dias, menor no verão com duração de oito dias. Na primavera e outono levaram 10 dias para decomporem-se (Tabela 4).

O estágio I (Inicial) começou no momento da morte, durando até o momento em que o corpo começou a sofrer inchaço. Este estágio demorou um breve período, cerca de duas horas em todas as estações do ano e foi caracterizado pela ausência de odor de putrefação (Figura 6 e Tabela 4).

O início do estágio II (Inchaço) não foi facilmente perceptível, porém pôde ser notado o aumento da área abdominal e facial, e do saco escrotal. Os fluidos expelidos pelos orifícios naturais da carcaça exalaram odor fétido, que aumentou a atratividade dos insetos decompositores (Figura 7). No verão o estágio Inchaço durou dois dias (48 horas), no outono o Inchaço durou três dias (72 horas) e na primavera e inverno este durou de dois a três dias (48 a 72 horas) (Tabela 4).

O estágio III (Putrefação Escura) 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. Neste estágio se observou a maior atividade larval, além de odor fétido, e a presença de indivíduos da ordem 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 (48 a 72 horas) (Figura 8 e Tabela 4).

No estágio IV (Fermentação) foi possível observar o rompimento do tecido abdominal, intensa atividade larval sobre a carcaça e atratividade relevante. Ao final desse estágio observou-se larvas abandonando a carcaça e migrando para o substrato de pupariação e a diminuição do odor. A duração foi mais variada, de um dia durante o verão a quatro dias durante o inverno (24 a 96 horas) (Figura 9 e Tabela 4).

O estágio V (Seco) se iniciou quando restou apenas pele, ossos e cartilagem. Neste estágio não há mais odor de decomposição, estando presentes apenas algumas

espécies de Coleoptera e algumas formigas que se beneficiaram do tecido seco que ainda restava, não havia mais odor de decomposição e a atividade larval havia cessado. Esse estágio durou por até quatro dias (24 a 96 horas) (Figura 10 e Tabela 4).

Tabela 4: Duração dos estágios de decomposição da carcaça de *Rattus rattus* em três repetições expostas em armadilhas no Parque Nacional da Tijuca, RJ, ao longo das quatro estações do ano de 2015.

Estágios de decomposição	Tempo de duração (horas e dias)			
	Verão Jan/Fev.	Outono Mai.	Inverno Jul/Ago.	Primavera Nov.
Fresco (I)	2 h	2 h	2 h	2 h
Inchaço (II)	48 h	72 h	48 – 72 h	48 – 72 h
Putrefação Escura (III)	24 h	24 – 48 h	48 – 72 h	24 – 48 h
Fermentação (IV)	24 – 48 h	48 – 96 h	96 h	48 – 72 h
Seco (V)	48 – 72 h	48 – 96 h	48 – 72 h	48 – 96 h
Total	8 dias	10 dias	12 dias	10 dias



Figura 6: Carcaça de *Rattus rattus* no estágio I (Inicial) do processo de decomposição exposta em gaiola no Parque Nacional da Tijuca, RJ.



Figura 7: Carcaça de *Rattus rattus* no estágio II (Inchaço) do processo de decomposição exposta em gaiola no Parque Nacional da Tijuca, RJ.



Figura 8: Carcaça de *Rattus rattus* no estágio III (Putrefação Escura) do processo de decomposição exposta em gaiola no Parque Nacional da Tijuca, RJ.



Figura 9: Carcaça de *Rattus rattus* no estágio IV (Fermentação) do processo de decomposição exposta em gaiola no Parque Nacional da Tijuca, RJ.



Figura 10: Carcaça de *Rattus rattus* no estágio V (Seco) do processo de decomposição exposta em gaiola no Parque Nacional da Tijuca, RJ.

4.4 Índices faunísticos de diversidade:

Índices faunísticos de diversidade foram utilizados para comparar a composição da comunidade de famílias nas carcaças de *Rattus rattus* ao longo das estações do ano. Os índices foram feitos para todas as famílias e subfamílias de artrópodes encontradas no presente estudo.

O índice de riqueza de Margalef demonstrou maior riqueza no inverno (2,6217), com 21 famílias coletadas e menor riqueza no verão (1,7799), com 14 famílias encontradas (Tabela 5).

O índice de Shannon-Wiener apresentou maior valor na primavera (1,1096) e menor no outono (0,6155). Quanto menor o valor do índice de Shannon, menor o grau de incerteza de uma espécie pertencer a um indivíduo escolhido na amostra e, portanto, menor a diversidade da amostra. A diversidade tende a ser mais alta quanto maior o valor do índice. Já o índice de dominância de Simpson foi maior no outono (0,7765) e menor na primavera (0,5302) (Tabela 5). Porém quanto maior o valor do índice de Simpson, maior a probabilidade de os indivíduos serem da mesma espécie, ou seja, maior a dominância e menor a diversidade. O que significa que os índices Shannon e Simpson indicaram maior diversidade na primavera.

O índice de Equitabilidade de Pielou apresentou valores maiores na primavera (0,3916) e verão (0,3236) e menor valor no outono (0,222). Portanto a distribuição das famílias foi mais abundante na primavera (Tabela 5).

O inverno foi a estação com maior número de indivíduos (2,056) e com maior número de famílias coletadas (21), ao contrário que o verão teve o segundo menor número de indivíduos e a menor diversidade de famílias coletadas (14) (Tabela 5).

4.5 Influência dos fatores abióticos no processo de decomposição das carcaças

Relacionando a temperatura aos estágios de decomposição da carcaça, no presente estudo observou-se que a temperatura foi significativamente maior no verão, estação cujo período de decomposição da carcaça foi mais acelerado (8 dias). E no inverno, onde as temperaturas foram menores, o tempo de decomposição da carcaça foi retardado (12 dias). Corroborando com Watson e Carlton (2005) e Souza et al. (2008), que afirmam que a temperatura é um fator determinante na decomposição de animais, independente da espécie do exemplar, e fator importante para o desenvolvimento de artrópodes.

Tabela 5: Índices faunísticos da biodiversidade das famílias e subfamílias de artrópodes coletadas em carcaça de *Rattus rattus* estações do ano de 2015 no Parque Nacional da Tijuca, RJ.

Índice	Total	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Nº de indivíduos	6.063	1.486	1.739	2.056	934
Riqueza	24	14	16	21	17
Margalef	2,6406	1,7799	2,0104	2,6217	2,3394
Shannon-Wiener	0,9187	0,8541	0,6155	0,9079	1,1096
Pielou	0,2891	0,3236	0,2220	0,2982	0,3916
Simpson	0,6548	0,6451	0,7765	0,6558	0,5302

Outro fator que pode ter contribuído com a decomposição da carcaça foi a precipitação acumulada no inverno, que foi nula nesta estação, pois segundo Carvalho e Linhares (2001) e Rosa et al. (2011) a decomposição de carcaças de suínos, em ambiente florestal e cerrado no Brasil, foram mais demoradas no inverno quando os índices pluviométricos foram menores do que no verão, onde foram registrados índices maiores.

No presente estudo a abundância da artropodofauna associada à carcaça de *Rattus rattus* ao longo das estações do ano mostrou que durante o inverno a captura de artrópodes foi maior do que no verão (Tabela 5). Essa diferença pode ser explicada pelo fato de que quanto maior o tempo de decomposição da carcaça, maior tempo de exposição, possibilitando um maior número de indivíduos visitando a carcaça (Campobasso, Vella e Introna 2001).

Por outro lado a umidade relativa do ar foi um pouco mais baixa no verão com média de 75 % do que no inverno onde apresentou média de 79,9% e segundo as análises de variância realizadas no presente estudo, esses valores não apresentaram diferença significativa entre as estações do ano, portanto a umidade não foi uma variável que influenciou o tempo de decomposição das carcaças.

Portanto no presente estudo a temperatura, umidade relativa do ar e precipitação não influenciaram significativamente a abundância da artropodofauna na carcaça de *Rattus rattus*, mas a temperatura e precipitação parecem ter sido determinantes para a duração dos estágios de decomposição, acelerando-o no verão e retardando no inverno.

4.6 Associação da artropodofauna com os estágios de decomposição e estações do ano:

4.6.1 Associação das famílias de Díptera com os estágios de decomposição e estações do ano:

Associando a ocorrência das famílias aos estágios de decomposição, é possível determinar a distribuição temporal destas espécies e identificar padrões de sucessão.

No presente estudo os dípteros colonizaram todos os estágios de decomposição, sendo mais representativos na fermentação. A maior parte das famílias de Díptera encontradas nesse trabalho foram classificadas como necrófagas, havendo também representantes visitantes como as famílias Dolichopodidae e Tabanidae.

Os dípteros são os insetos mais frequentes associados a carcaças animais, tanto os adultos quanto os imaturos. Pela alta percepção na captação de odores são os

primeiros a chegarem em um cadáver, utilizam as carcaças como fonte de alimento e substrato para a postura de ovos, portanto, a ordem de maior interesse forense (Pujol-Luz et al., 2008a; Fontoura, et al., 2009). As principais famílias de dípteros envolvidas nesse processo são Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae e Fanniidae (Santana 2006; Pujol-Luz et al. 2008^a; Souza et al. 2008; Fontoura et al. 2009; Biavati et al. 2010; Tomberlin et al. 2011; Gennard 2012), estas foram encontradas no presente estudo. Preferencialmente colocam seus ovos nas cavidades naturais do corpo (boca, narinas, ouvidos, olhos, regiões genitais), ou em suas adjacências de modo a oferecer um local protegido e úmido para o desenvolvimento de sua prole (Ashworth e Wall 1994; Campobasso et al. 2001; Cross e Simmons 2010), este fato foi observado também no presente trabalho no estágio de Putrefação Escura (Figura 8).

No presente estudo a família Calliphoridae foi a mais representativa e ocorreu em todos os estágios de decomposição totalizando dez espécies, exceto no estágio Inicial que durou apenas duas horas. Esta família é uma das primeiras a serem atraídas pela carcaça atingindo as armadilhas. O estágio em que houve maior abundância desta família foi Fermentação (Figura 11A). A predominância da família Calliphoridae pode ser explicada pelo fato de apresentarem grande diversidade de espécies necrófagas adaptadas a diferentes substratos alimentares, desde o estágio Inicial até o Seco; esse fato também foi observado por Carvalho e Linhares (2001), tanto em ambiente urbano quanto em ambiente de floresta, o que provavelmente favoreceu o seu predomínio sobre as demais famílias.

A família Calliphoridae apresenta-se como uma das mais importantes no processo de decomposição cadavérica, associada às famílias Sarcophagidae, Muscidae e Fanniidae (Biavati et al. 2010). Na área médico-legal, estes dípteros, 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, sendo possível a estimativa do intervalo pós-morte, 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; Ururahy-Rodrigues et al. 2013). Os gêneros de maior importância forense na região neotropical são: *Chrysomya* (Robineau-Desvoidy 1830), *Hemilucilia* (Brauer 1895), *Lucilia* (Robineau-Desvoidy 1830) e *Cochliomyia* (Townsend 1915) (Oliveira-Costa 2011; Gennard 2012), gêneros estes registrados no presente estudo (Tabela 6).

Tabela 6: Frequência absoluta (n) e relativa (%) das espécies família Calliphoridae associadas à carcaça de *Rattus rattus* no Parque Nacional da Tijuca, RJ, ao longo das quatro estações do ano de 2015.

Espécies	n	%
<i>Lucilia eximia</i> (Wiedemann, 1819)	1989	40,72
<i>Hemilucilia semidiaphana</i> (Rondani, 1850)	1267	25,94
<i>Hemilucilia segmentaria</i> (Fabricius, 1805)	1089	22,30
<i>Laneella nigripes</i> (Guimarães, 1977)	215	4,40
<i>Mesembrinella bellardiana</i> (Aldrich, 1922)	202	4,13
<i>Huascaromusca aneiventris</i> (Wiedemann, 1830)	65	1,33
<i>Mesembrinella peregrina</i> (Aldrich, 1922)	51	1,04
<i>Chrysomya megacephala</i> (Fabricius, 1794)	3	0,06
<i>Huascaromusca purpurata</i> (Aldrich, 1922)	2	0,04
<i>Cochliomyia hominivorax</i> (Coquerel, 1858)	1	0,02
Total	4884	100

Resultados do presente estudo corroboram com trabalhos realizados em área de Mata Atlântica que mostram a grande diversidade da família Calliphoridae nesse ambiente. Tavares (2003) também encontrou dez espécies de calliphoridae, semelhante ao atual estudo, porém em carcaças de suínos, sendo a família mais abundante, na Reserva Florestal da Serra do Japi, Jundiaí- SP e observou que na sucessão faunística estes insetos são atraídos preferencialmente nas fases de Inchaço e Putrefação escura. Estudo de Ururahy-Rodrigues (2008) na Amazônia, utilizando carcaça de *Sus scrofa* relatou Calliphoridae presente em todas as fases de decomposição e épocas do ano, assim como Souza et al. (2008) em estudo sobre insetos de importância forense em carcaça de suínos do Sul do Brasil, que também encontraram califorídeos em todos os estágios de decomposição. Ferraz et al. 2009 na Reserva Biológica do Tinguá encontraram 26 espécies. Em contrapartida, Gonçalves et al. (2011) encontraram nove espécies área de manguezal e em um fragmento de Mata Atlântica, Barra de Guaratiba, RJ, porém a maior riqueza de espécies de califorídeos foi encontrada no ambiente de Mata Atlântica. Silva (2010), em estudo sobre ocorrência de muscóides necrófagos em *Didelphis albiventris* (gambá) no RS observou Calliphoridae como a família mais representativa. Gadelha et al, 2011 registraram sete espécies a mais do que no presente estudo (17 espécies) ao longo da mata no Parque Nacional da Tijuca, mesma área do presente trabalho. Vasconcelos e Araújo (2012) reafirmaram em revisão sobre espécies necrófagas no Nordeste brasileiro, que esta é uma das famílias mais importantes citadas em trabalhos sobre Entomologia Forense. Fato comprovado por Oliveira et al. (2012) que observaram a família Calliphoridae como a mais abundante em cadáveres humanos no Instituto médico legal do Rio de Janeiro.

Sarcophagidae no atual estudo foi a segunda família mais representativa dentro da ordem Diptera e aparece frequentemente como sendo a segunda família em abundância nos experimentos com Entomologia Forense (Segura et al. 2011; Baltazar 2013). Foram mais frequentes no verão, durante a Fermentação, mostrando sua preferência pelos estágios finais de decomposição (Figura 11B). Rosa et al. 2011 encontraram sarcófagídeos associados a carcaças de suínos no Cerrado, ao longo de todos os estágios de decomposição, especialmente no estágio seco. Baltazar (2013) em estudo da entomofauna também associada a carcaças de suínos, porém em área litorânea e de planalto do Estado de São Paulo, encontrou sarcófagídeos especialmente colonizando o estágio de Fermentação no verão, resultados semelhantes o presente estudo.

No presente trabalho Micropezidae foi a terceira família de Diptera mais representativa e foram encontrados em todos os estágios de decomposição, porém mais abundantes nos estágios finais de decomposição (predominantemente no estágio Seco e Fermentação) e nas estações inverno e outono (Figura 11 C).

Micropezidae compreende uma família de moscas cosmopolitas, com predominância de espécies em regiões tropicais (Steyskal 1968). Com quase 700 espécies em cerca de 60 gêneros, a família atualmente está dividida em cinco subfamílias, das quais apenas Micropezinae e Taeniapterinae possuem registro no Brasil (Marshall 2012). Os micropezídeos adultos são predominantemente saprófagos e atraídos por fezes (Marshall 2010). Alguns trabalhos têm relatado essa família associada a carcaças de animais em decomposição (Santana 2006; Cruz 2008; Vasconcelos et al. 2013; Baltazar 2013), porém foram encontrados associados principalmente aos estágios iniciais de decomposição, diferindo do presente estudo, onde foram mais abundantes nos estágios finais de decomposição. Baltazar (2013) classificou essa família como marcadora de ambiente úmido e vegetação densa em seu trabalho realizado em carcaça de suínos em área litorânea e de planalto em São Paulo.

No presente estudo a família Fanniidae foi encontrada em todos os estágios de decomposição da carcaça de *R. rattus*, sendo mais representativos na Fermentação e Seco, ocorrendo no verão, outono e inverno (Figura 11 D). Estes resultados corroboram com os estudos realizados por Rosa et al. (2011), Baltazar (2013) e Vasconcelos et al. (2013) que encontraram fanídeos em carcaças de suínos nos estágios finais de decomposição, no cerrado em Uberlândia, MG e ambiente de planalto e litorâneo em SP. Os insetos pertencentes a família Fanniidae possuem distribuição cosmopolita, exceto nos pólos, e durante muito tempo foram identificados como subfamília (Fanniinae) da família Muscidae (Carvalho et al. 2002). Suas larvas são saprófagas e podem se desenvolver em fezes e matéria orgânica em decomposição, vegetal ou animal, sendo frequentemente encontradas associadas a cadáveres em decomposição (Oliveira-Costa 2011).

A família Muscidae foi mais representativa nos estágios finais da decomposição principalmente na Fermentação e no outono (Figura 11 E), resultado semelhante encontrado por Baltazar, (2013) em carcaça de suíno em duas áreas (litorânea e de planalto) no Estado de São Paulo. Muscidae é uma das famílias de Diptera com alta diversidade. São 5.000 espécies descritas em cerca de 180 gêneros distribuídos em todas as regiões biogeográficas. Ocorrem 850 espécies e 84 gêneros na Região Neotropical

em diversos habitats. Os adultos podem ser predadores, hematófagos, saprófagos ou necrófagos. As larvas ocupam habitats extremamente variados, tais como esterco de mamíferos e carne putrefata, matéria orgânica vegetal e animal em decomposição, madeira, fungos, ninhos e tocas de mamíferos, entre outros (Carvalho e Couri 2002; Carvalho et al. 2005; Löwenberg-Neto e Carvalho 2013). Podem colonizar todos os estágios de decomposição da carcaça, vários são os relatos em literatura a respeito da ocorrência desta família em cadáveres nos mais diversos estágios putrefativos (Salviano 1996; Barbosa et al. 2009; Rosa et al. 2011).

No presente estudo a família Phoridae ocorreu na Putrefação Escura, Fermentação e Seco e foram frequentes em todas as estações do ano (Figura 11 F). Os resultados aqui apresentados corroboram com a literatura de que os forídeos são frequentemente relatados associados a carcaças em decomposição (Cruz 2008; Oliveira-Costa 2011; Oliveira et al. 2012; Vasconcelos e Araújo 2012) e colonizam as carcaças nos últimos estágios de decomposição (Campobasso et al. 2001; Marchiori et al. 2010; Rosa et al. 2011; Vasconcelos et al. 2013).

A família Neriidae foi frequente em todas as estações do ano e em todos os estágios de decomposição, ocorrendo em maior número no Inchaço (Figura 11 G), esses resultados corroboram com Vasconcelos et al. (2013) que encontraram nerídeos nas primeiras 48 horas após a morte em carcaça de suínos em fragmento florestal em Recife. Essa família compreende um pequeno grupo de moscas acaliptradas com 110 espécies descritas (Steyskal 1987). Na Região Neotropical aproximadamente 38 espécies são conhecidas, representadas em duas subfamílias e 11 gêneros (Aczél 1961). Muito pouco se sabe sobre a sua biologia, mas provavelmente alimentam-se de matéria vegetal em decomposição (Olsen e Ryckman 1963).

A família Sphaeroceridae é composta por insetos de tamanho reduzido e geralmente com coloração preta ou marrom. Estão presentes próximos a locais pantanosos, esterco e lixo, onde suas larvas se desenvolvem (Triplehorn e Jonnson, 2011). Neste trabalho Sphaeroceridae teve pouca representatividade com apenas quatro indivíduos, que ocorreram na Putrefação Escura e no estágio Seco ao longo de todas as estações do ano, exceto no verão (Figura 11 H). Carvalho e Mello-Patiu (2008), listaram essa família como de importância forense e de hábito necrófago por serem frequentemente encontradas em carcaças e cadáveres. Baltazar (2013) e Juk (2013) também encontraram Sphaeroceridae associados a carcaças de suínos.

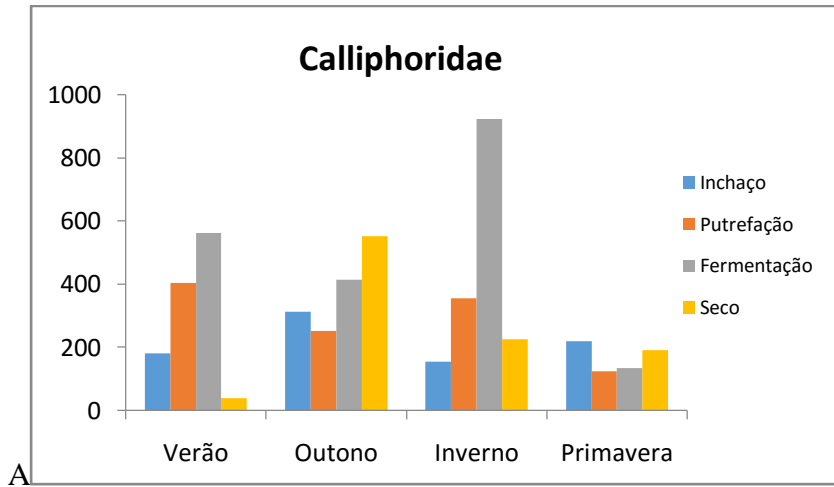
Apenas três exemplares da família Chloropidae ocorreram neste estudo, somente no outono e inverno, nos estágios de Putrefação Escura e Fermentação respectivamente. Mesmo com pouca representatividade são considerados necrófagos (Figura 11 I). A família Chloropidae se caracteriza por insetos pequenos, amarelos ou pretos, e são conhecidos também como moscas das gramíneas. O comportamento alimentar das larvas apresenta-se peculiar, uma vez que utilizam substratos como caules de gramíneas, cereais, vegetação em decomposição, excrementos, secreções de animais e exsudatos das mais diversas naturezas, incluindo sangue e pus (Triplehorn e Jonnson, 2011). Os adultos também alimentam-se da conjuntiva ocular de vertebrados, o que os confere também o nome vulgar de “lambe-olhos” e sua atuação como vetores de conjuntivites diversas (Baltazar, 2013). Alguns trabalhos encontraram Chloropidae com pouca representatividade associados a carcaças de suínos (Santana 2006; Cruz 2008; Rosa et al. 2011; Juk, 2013).

A família Dolichopodidae é a quarta mais diversa de Diptera (atrás apenas de Limoniidae, Tachinidae e Asilidae), contando com mais de 7.600 espécies viventes descritas em 255 gêneros (Grichanov 2003-2012). A família é amplamente distribuída pelo globo, habitando todas as regiões zoogeográficas. De modo geral, as espécies preferem ambientes úmidos, como florestas, charcos e margens de cursos d'água (Yang et al. 2006). No presente estudo a família Dolichopodidae foi representada por dois indivíduos que colonizaram somente Fermentação e no verão (Figura 11 J). Baltazar, (2013), em estudo com carcaça de suíno em área de litoral e de planalto de São Paulo, encontrou essa família com maiores abundâncias na fermentação, corroborando nossos achados e considerou como espécie acidental, devido a sua pouca representatividade, classificando-a como marcadora de ambiente úmido e vegetação densa.

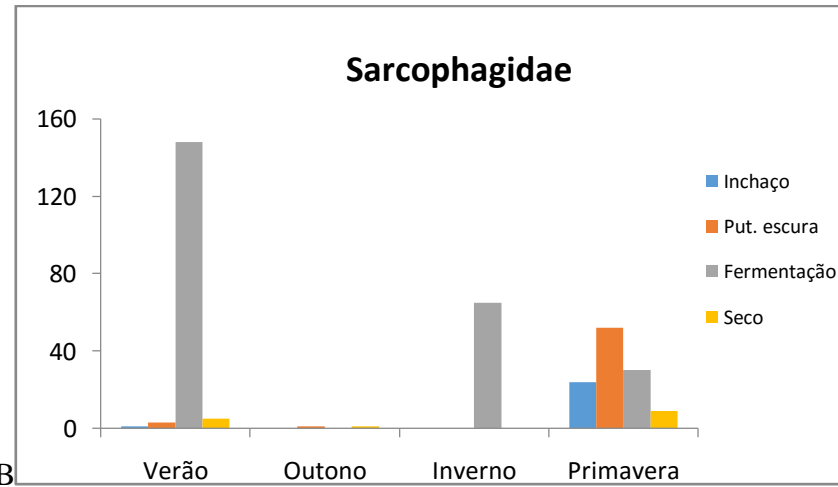
Insetos da família Drosophilidae são conhecidos popularmente como “moscas do vinagre” ou “moscas das frutas”, são frequentemente encontradas próximo à vegetação e frutas em decomposição (Bélo e Oliveira-Filho 1978). Alguns autores relatam sua presença associada à decomposição cadavérica humana e animal, (Moura 1997; Santana 2006; Salazar Ortega 2008; Gomes et al. 2009; Baltazar2013; Vasconcelos et al. 2013). Apenas dois exemplares da família Drosophilidae ocorreram no presente estudo, no outono e inverno colonizando os estágios de Putrefação Escura e Fermentação respectivamente (Figura 11 L).

A família Tabanidae possui o aparelho bucal picador-sugador, normalmente nutrem-se do néctar de flores. Porém possui importância médico-veterinária e

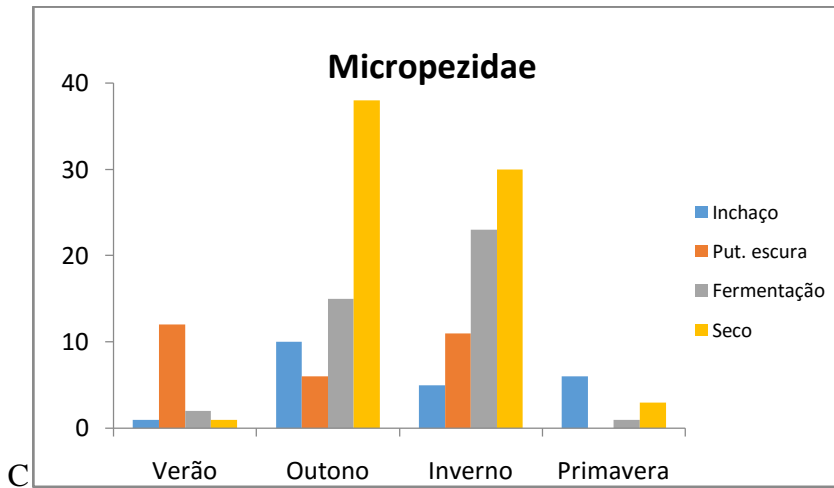
econômica, devido a hematofagia realizada pela fêmea, que ocasiona espoliação sanguínea e transmissão de agentes patógenos, pode ser vetora de ovos de *Dermatobia hominis* (Linnaeus, 1781) que causa miíases (Thashiro e Sharwdt, 1949). No presente estudo ocorreu apenas um exemplar da família Tabanidae na primavera e no estágio Inchaço (Figura 11 M), devido a sua pouca representatividade a família foi classificada como visitante ou acidental. Santana (2006) e Rosa et al. (2011) encontraram tabanídeos associados a carcaça de suíno no cerrado em Brasília DF e no cerrado em Uberlândia MG, respectivamente. Baltazar (2013) encontrou essa família no estágio Fermentação e mais no inverno em carcaça de suíno no Estado de São Paulo.



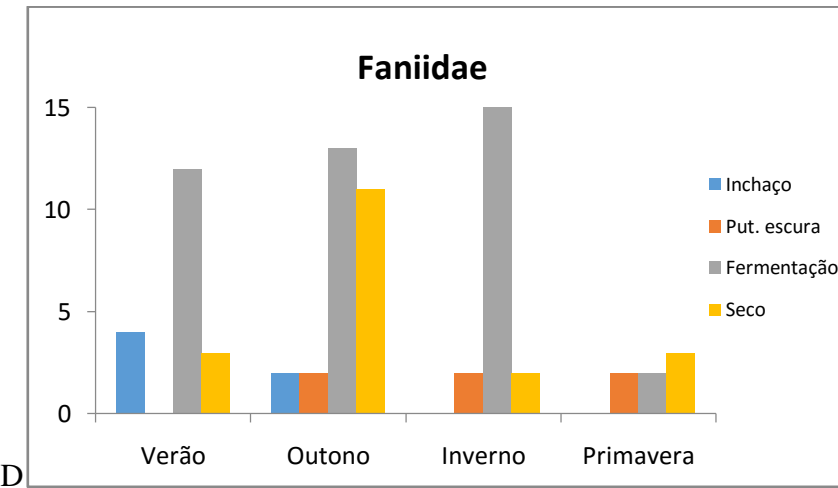
A



B

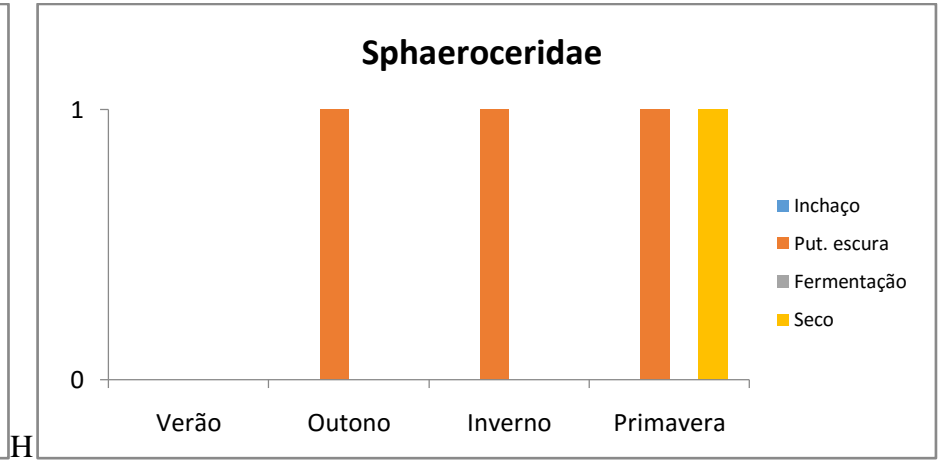
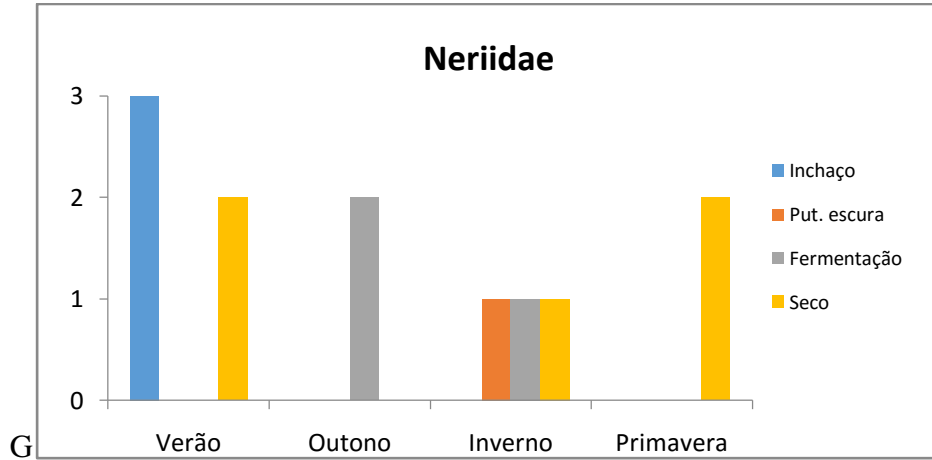
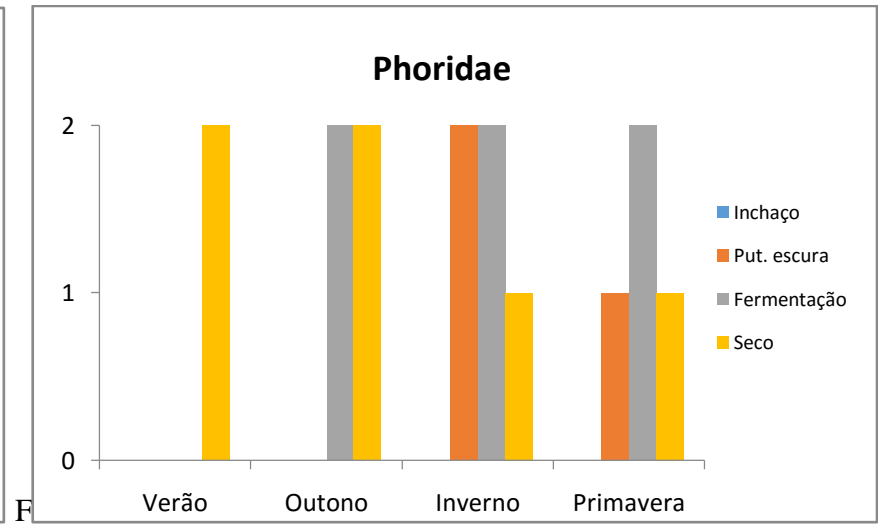
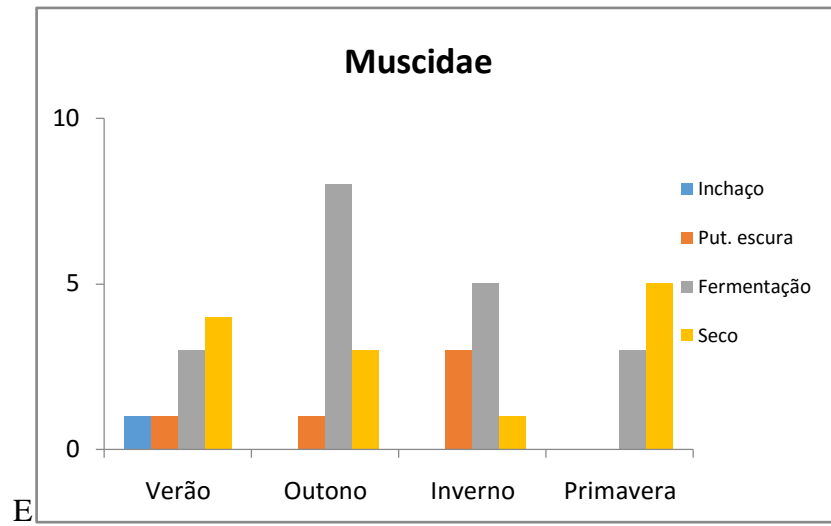


C



D

Continuação...



Continuação...

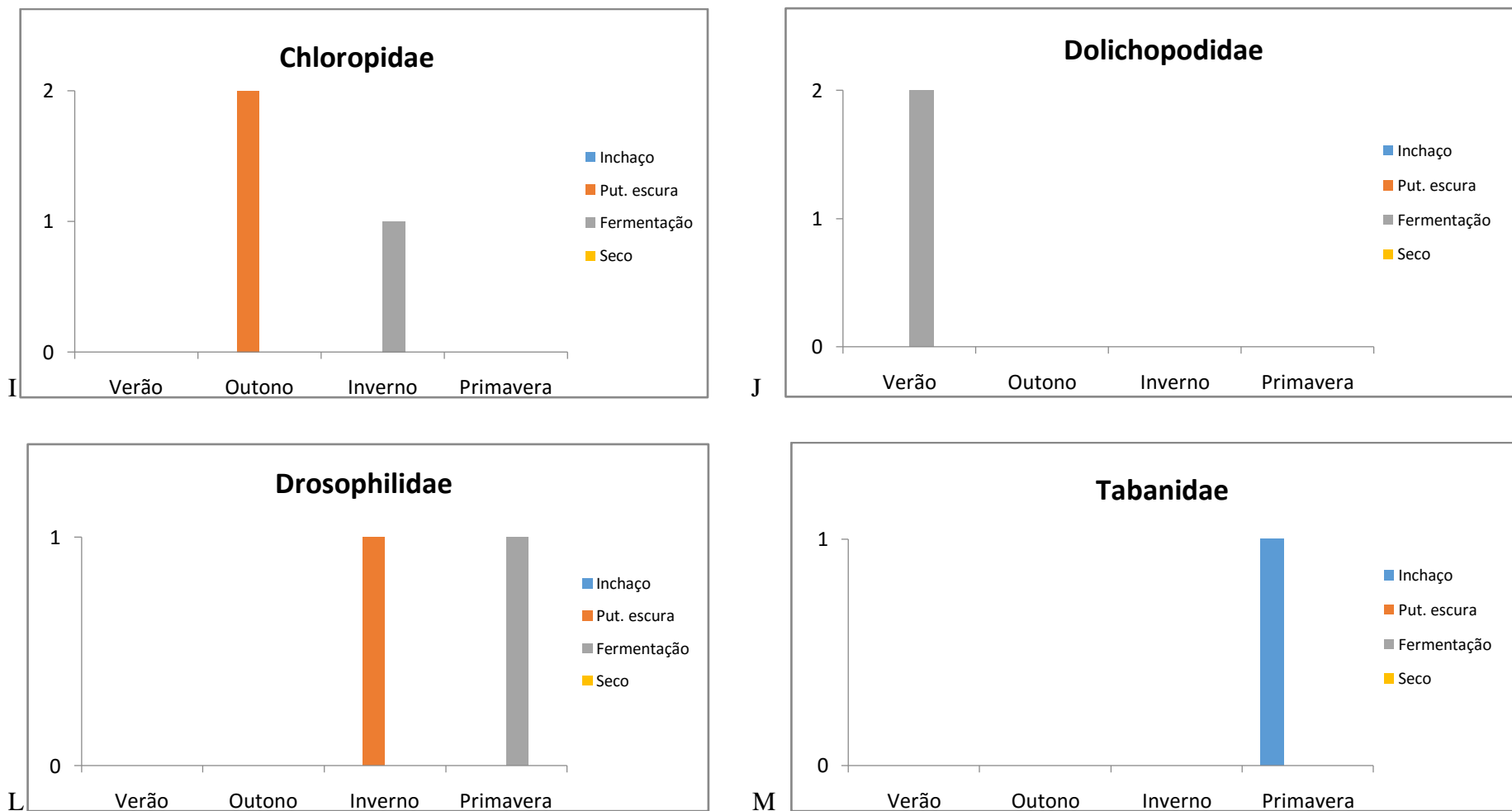


Figura 11: Distribuição temporal das famílias de Diptera associados à decomposição de *Rattus rattus* ao longo das estações de 2015 no Parque Nacional da Tijuca, RJ: Calliphoridae (A), Sarcophagidae (B), Micropezidae (C), Faniidae (D), Muscidae (E), Phoridae (F), Neridae (G), Sphaeroceridae (H), Chloropidae (I), Dolichopodidae (J), Drosophilidae (L), Tabanidae (M).

4.6.2 Associação das famílias de Coleoptera com os estágios de decomposição e estações do ano:

Todas as famílias encontradas no presente trabalho são citadas na literatura como de importância forense. Os coleópteros necrófagos são mais restritos aos estágios finais de decomposição, enquanto os predadores são facilmente encontrados em todas as fases de decomposição. (Bornemizsa 1957; Oliveira-costa e Quintino 2008). Corroborando com o presente estudo, onde os coleópteros se mostraram mais atrativos pelos estágios finais de decomposição da carcaça, principalmente a Fermentação e Seco. O grupo mais abundante para carcaça de *Rattus rattus* foram os predadores, representados pela família Sthaphylinidae (Tabela 1).

Coleoptera é a segunda ordem de maior interesse forense. Todas as famílias de coleópteros coletadas, com exceção de Cryptophagidae, são associadas a carcaças em decomposição (Mise et al. 2007, Oliveira-Costa 2011), seja ocupando a posição de necrófagos, que se alimentam dos tecidos em decomposição (Silphidae), seja como predadores (Histeridae e Staphylinidae), que se alimentam de outros artrópodes atraídos pela carcaça, como moscas ou onívoros (Scarabaeidae). Em muitos trabalhos com substrato animal em decomposição a ordem Coleoptera é encontrada nos estágios mais avançados da decomposição cadavérica, principalmente em ambientes abertos. (Segura et al.2011; Baltazar 2013). Mise et al. (2007), em Curitiba, encontraram Staphylinidae como a mais abundante, seguida por Silphidae e Histeridae. Rosa et al. (2011), classificaram Scarabaeidae e Staphylinidae como sendo as duas famílias mais abundantes em área de Cerrado em Minas Gerais. Na revisão de Vasconcelos & Araújo (2012) relataram que Scarabaeidae e Histeridae são as famílias mais abundantes em substrato animal em decomposição no Nordeste do Brasil. Silva et al. (2014), encontraram em área de Mata Atlântica, na Reserva Biológica do Tinguá, as famílias Sthaphylinidae, Histeridae, Silphidae e Scarabeidae, famílias encontradas também nesse estudo.

A família Sthaphylinidae ocorreu nos estágios de Fermentação e Seco, tendo pico de abundância no inverno e primavera (Figura 12 A). O estágio de Fermentação caracteriza-se pela presença de uma grande quantidade de larvas de dípteros se alimentando da carcaça, isso explica a grande abundância da família Sthaphylinidae no presente estudo, já que é uma família exclusivamente predadora de larvas de dípteros (Marinoni e Ganho 2003; Oliveira-Costa 2011). No Paraná Mise et al. (2007), coletaram 29 espécies de Sthaphylinidae em carcaça de suínos; Mise et al. (2010), encontraram 14

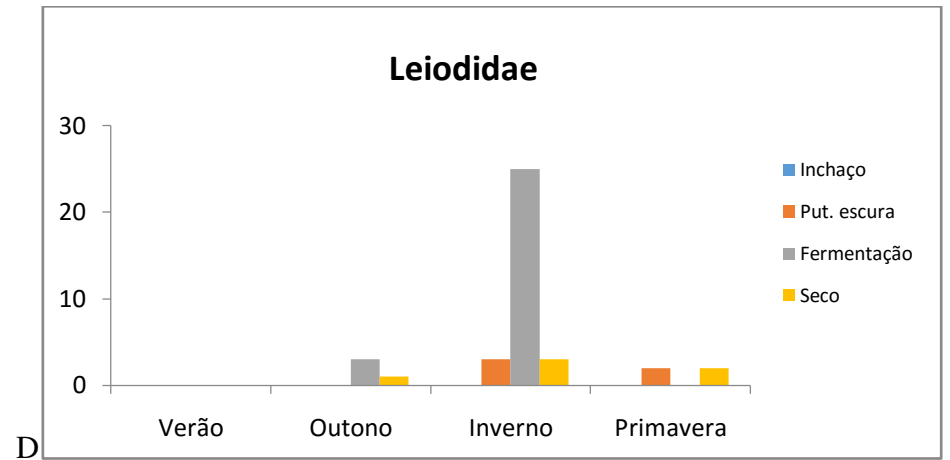
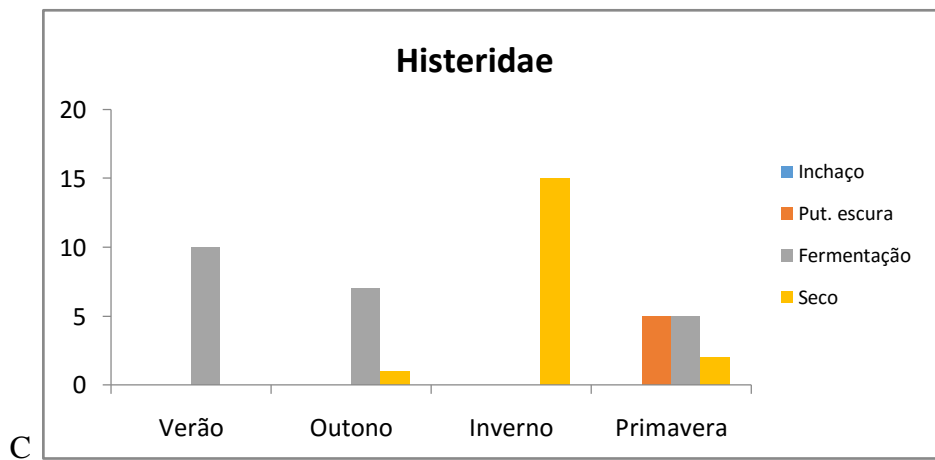
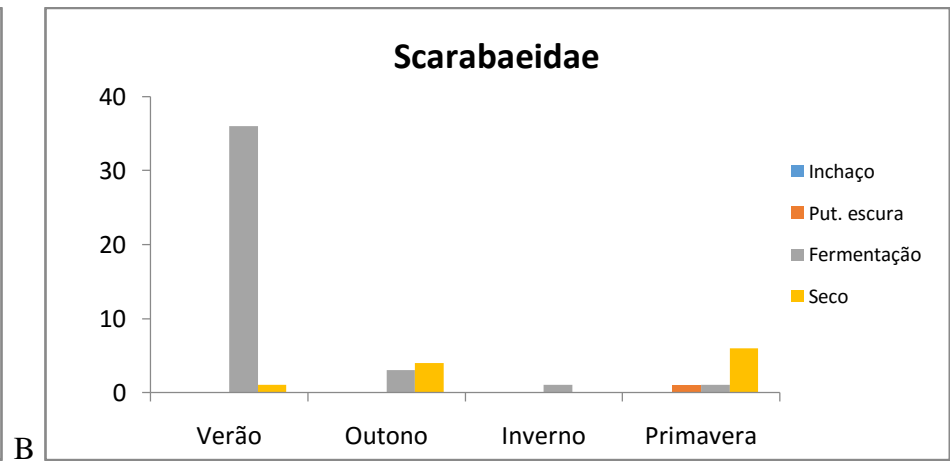
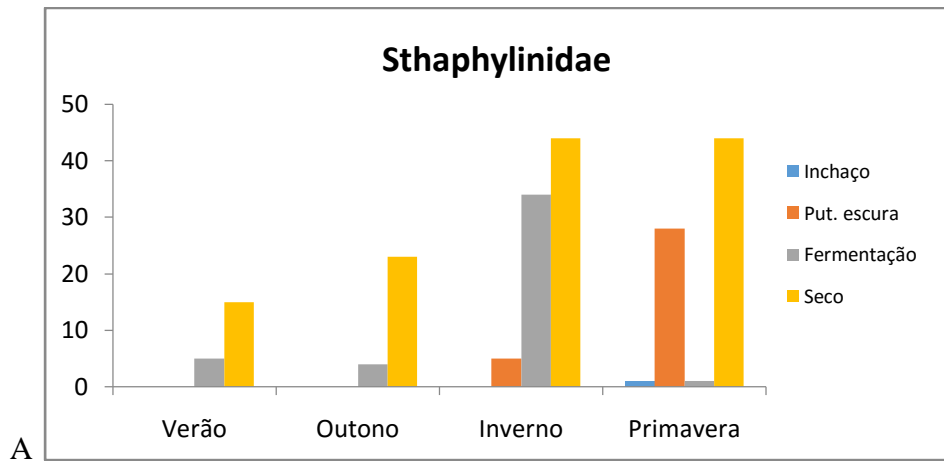
espécies em Manaus-AM, Silva e Santos (2012), também encontraram essa família associada a carcaça de coelho. Na Paraíba, em área de Mata atlântica, Farias (2012) e Santos (2012) na Caatinga coletaram 12 e 13 espécies respectivamente. Silva, et. al., (2014) encontraram a família Sthaphylinidae como a mais abundante em armadilha para dípteros em área de Mata Atlântica, RJ, na Reserva Biológica do Tinguá, corroborando com nosso estudo. De modo geral a família Sthaphylinidae é que tem apresentado maior riqueza de espécies associados a carcaças em decomposição (Mise et al. 2010; Silva e Santos 2012; Santos 2012; Farias 2012).

No presente trabalho Scarabaeidae foi a segunda família de Coleoptera mais abundante e ocorreu principalmente no verão e na fermentação (Figura 12 B). Scarabaeidae é uma família amplamente relatada na decomposição de carcaças, atuam como onívoros, um grupo bastante rico e de alimentação variada, a qual inclui pêlo, fezes, e outros materiais animais ou vegetais em decomposição (Marinoni et al. 2003). São organismos muito sensíveis às mudanças ambientais, sendo utilizados como indicadores em florestas e Savanas tropicais (Spector 2006; Nichols et al, 2007, 2008; Gardner et al. 2008). Cruz e Vasconcelos (2006) registraram a família Scarabaeidae como a mais abundante em carcaça de suíno em área de Mata Atlântica em Pernambuco. Rosa et al. (2011), encontraram Scarabaeidae associado a carcaça de suíno principalmente na primavera e verão e no estágio de Fermentação. Resultados semelhantes ao presente estudo.

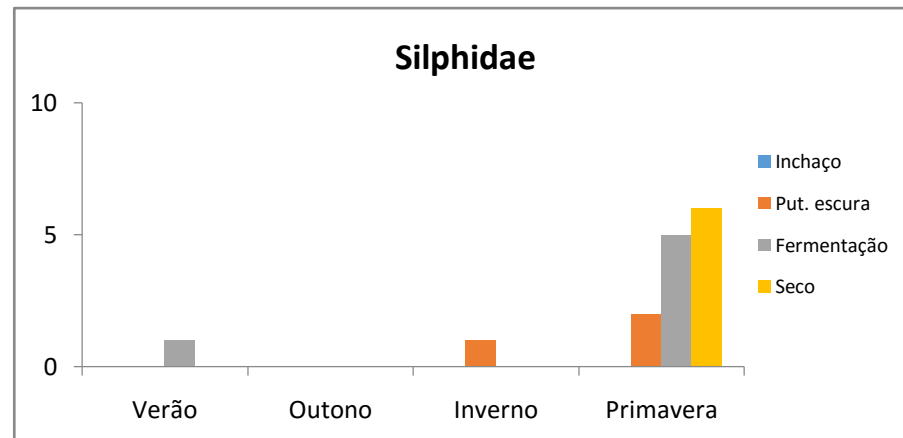
Histeridae ocorreu em maior abundância no inverno, ocupando os estágios de Putrefação Escura, Fermentação e Seco, principalmente o estágio Seco (Figura 12 C). Indivíduos da família Histeridae são relatados como predadores de larvas de dípteros (Mise et al. 2007). Mise et al. (2007) encontraram associado a carcaça de *Sus scrofa* em Curitiba no Paraná, indivíduos da família Histeridae em maior abundância nos estágios Inchaço e Putrefação Escura. Rosa et al. (2011) encontraram associado a carcaça de suíno no Cerrado do Município de Uberlândia, MG essa família como segunda mais representativa dentre os coleópteros e ocorreram mais no outono e inverno, preferindo o estágio Seco. Santos (2012), em ambiente de Caatinga e Farias (2012) em Mata Atlântica registraram Histeridae como a segunda maior abundância em carcaças de animais em decomposição. Silva e Santos (2012), encontraram a família Histeridae como a segunda maior em abundância associada à carcaça de coelho em área urbana no Sul do Brasil, ocorrendo tanto no verão como no inverno. Corroborando com o presente estudo.

A família Leiodidae no presente estudo ocorreu no inverno e fase de Fermentação (Figura 12 D). Essa família possui cerca de 330 gêneros e 4.240 espécies, com 38 gêneros e 279 espécies na região Neotropical. A maioria dos leiodídeos ocorre em carcaças de animais, porém podem estar associados a fungos ou a formigueiros (Almeida e Mise 2009). Moura et al. (1997), encontraram essa família em carcaça de *Rattus norvegicus*, em Curitiba, Paraná. Mise et al. (2007) e Juk (2013), encontraram leiodídeos associados a carcaça de suínos na fase de Fermentação, em Curitiba e Santa Catarina, respectivamente. Resultados estes encontrados também no presente estudo.

A família Silphidae ocorreu na primavera ocupando os estágios Putrefação Escura, Fermentação, tendo seu pico no estágio Seco (Figura 12 E). Todos os indivíduos da família Silphidae coletados no presente estudo pertencem ao gênero *Oxelytrum* sp. na fase adulta. Os indivíduos são predadores quando adultos e necrófagos na fase larval (Mise et al., 2007). Moura et al. (1997) coletaram carcaça de rato em Curitiba, em todas as estações do ano. Wolff et al. (2001) capturaram adultos de *Oxelytrum* sp. durante as fases de Putrefação Escura, Fermentação e Seca. Mise et al., (2007) capturaram *Oxelytrum* sp. em maior abundância na fase de fermentação; Gomes et al. (2009) coletaram esse mesmo gênero em carcaça de suíno no Sul do Brasil, também nas fases mais avançadas de decomposição. Todos esses resultados corroboram com o presente estudo.



Continuação...



E

Figura 12: Distribuição temporal das famílias de Coleoptera associados à decomposição de *Rattus rattus* ao longo das estações de 2015 no Parque Nacional da Tijuca, RJ: Staphylinidae (A), Scarabaeidae (B), Histeridae (C), Leiodidae (D), Silphidae (E).

4.6.3 Associação das subfamílias de Hymenoptera com os estágios de decomposição e estações do ano:

As formigas tiveram preferência pelo estágio Fermentação, que é representado principalmente pela atividade intensa de Diptera na carcaça. As subfamílias encontradas no presente estudo, Myrmicinae, Formicinae e Dolichoderinae foram consideradas predadoras no presente estudo, corroborando com outros estudos discutidos a diante.

A ordem Hymenoptera inclui insetos parasitas e predadores de pragas, além de polinizadores, o que a confere essencial importância do ponto de vista sinantrópico. Seus membros são representados pelas abelhas, vespas e formigas, insetos que demonstram alta complexidade de comportamentos biológicos e nichos tróficos. Os himenópteros são divididos em duas subordens, a Symphyta e os Apocrita, sendo os primeiros em sua grande maioria fitófagos, e o restante alimentam-se de outros artrópodes (Triplehorn e Jonnson 2011).

Dentre as principais famílias envolvidas na fauna entomológica cadavérica, destaca-se a família Formicidae (Oliveira-Costa 2011). Esses insetos não são associados a uma fase de decomposição em particular, uma vez que são encontrados durante todo o processo de decomposição. Elas podem se comportar como necrófagas e predadoras de larvas de outros insetos (Costa et al. 2006). Embora Formicidae forme um grupo abundante e constante nas imediações de carcaça, poucos trabalhos investigaram a importância de formigas no processo de decomposição de carcaças ou na alteração das condições associadas a este processo, além disso, os trabalhos disponíveis na literatura raramente chegam ao nível de espécie, o que dificulta a análise do potencial de Formicidae como insetos necrófagos (Martinez et al. 2002; Cruz e Vasconcelos 2006; Fonseca et al. 2015).

As subfamílias encontradas no presente estudo, (Myrmicinae, Formicinae e Dolichoderinae) foram relatadas por Dias et al. 2007 como as subfamílias de formigas mais representativas na fauna cadavérica em abundância e diversidade de espécies, consideradas de importância forense.

No presente estudo a subfamília Myrmicinae foi a mais abundante, representado principalmente pela espécie *Crematogaster erecta* (Mayr 1866) ocorrendo em todas as estações do ano, com pico no inverno e na Fermentação (Figura 13 A). Indivíduos da subfamília Myrmicinae foram observados nesse estudo predando dípteros adultos associados à carcaça de *R. rattus*, corroborando com os resultados encontrados por Câmara et al. (2004) que também coletaram espécimes dessa subfamília e observaram

sua presença como predadores em todo processo de decomposição em carcaças de suínos. Cruz e Vasconcelos (2006), Dias et al. (2007), Souza et al. (2008), encontraram essa subfamília durante todos os estágios de decomposição, principalmente predando ovos e larvas de dípteros em carcaças de suínos no Estado de Pernambuco; camundongo em São Paulo e de coelho, no estado do Rio Grande do Sul, respectivamente e Silva (2014) que encontrou espécies dessa subfamília como predadoras em carcaça de roedores em área urbana do município de São Paulo. As frequências absolutas e relativas dos gêneros e espécies de Hymenoptera encontrados no presente estudo estão listados na tabela 7.

A subfamília Myrmicinae é composta por formigas dotadas de ferrão e dois pecíolos, além de possuírem olhos compostos de tamanhos variados. Agrega a maioria dos gêneros de interesse forense, representado por espécies que participam de todos os estágios da decomposição, se alimentando da carcaça e seus exudatos, bem como predando dípteros adultos e imaturos. Tais perfis da atividade dificultam a colonização da carcaça por larvas de dípteros, alterando o padrão de sucessão entomológica (Payne 1965; Early e Goff 1986; Wells e Greenberg 1994; Oliveira-Costa 2011).

A subfamília Formicinae possui representantes com apenas um pecíolo e liberam ácido fórmico por meio de um acidoporo, sendo desprovidos de ferrão (Silva 2014). No presente estudo Formicinae preferiu os estágios finais de decomposição, Fermentação e Seco, ocorrendo apenas no outono e inverno (Figura 13 B). Resultados semelhantes ao estudo de sucessão entomológica sobre carcaças de suínos realizados na Colômbia onde foram encontrados no estágio Seco de decomposição (Wolff et al. 2001). Souza et al. (2006) observaram indivíduos da subfamília Formicinae predando ovos e larvas de outros insetos durante todo o processo decomposição em carcaças de coelhos na região de Pelotas – RS. Em estudo realizado com carcaças de suínos em um fragmento de Mata Atlântica do município de Recife (PE), essa subfamília foi a mais representativa dentro da ordem Hymenoptera (Cruz e Vasconcelos, 2006). No estado do Rio de Janeiro foram encontradas colonizando cadáveres humanos (Oliveira-Costa 2011). Moura et al. (1997) e Cruz e Vasconcelos (2006) relataram essa subfamília como de importância médico-legal. Dias et al. (2007) descreveram gêneros dessa subfamília se alimentando de carcaça animal em decomposição chegando a observar danos causados pelas mesmas no tegumento da carcaça. Souza et al. (2008) encontraram as espécies de Formicinae consideradas onívoras e frequentes em carcaças de suínos, associadas a ovos, larvas e pupas de outros insetos e se alimentando da carcaça propriamente dita.

A subfamília Dolichoderinae apresentou pouca representatividade com apenas dois exemplares, que ocorreu apenas no inverno e no estágio Seco (Figura 13 C). Silva (2014), também encontrou essa subfamília associada a carcaça de roedores em área urbana de São Paulo.

Tabela 7: Frequência absoluta (n) e relativa (%) dos gêneros e espécies da família Formicidae associadas à carcaça de *Rattus rattus* no Parque Nacional da Tijuca, RJ, ao longo das quatro estações do ano de 2015.

Espécies e gêneros de Formicidae	n	%
<i>Crematogaster erecta</i> (Mayr, 1866)	88	55
<i>Crematogaster sp.</i> (Lund, 1831)	22	13,74
<i>Megalomyrmex drifti</i> (Kempf, 1961)	19	11,88
<i>Aphaenogaster sp.</i> (Mayr, 1853)	11	6,88
<i>Camponotus sp.</i> (Mayr, 1861)	11	6,88
<i>Camponotus ager</i> (Smith, 1858)	5	3,12
<i>Pheidole sp.</i> (Westwood, 1839)	2	1,25
<i>Azteca sp.</i> (Emery, 1893)	2	1,25
Total	160	100

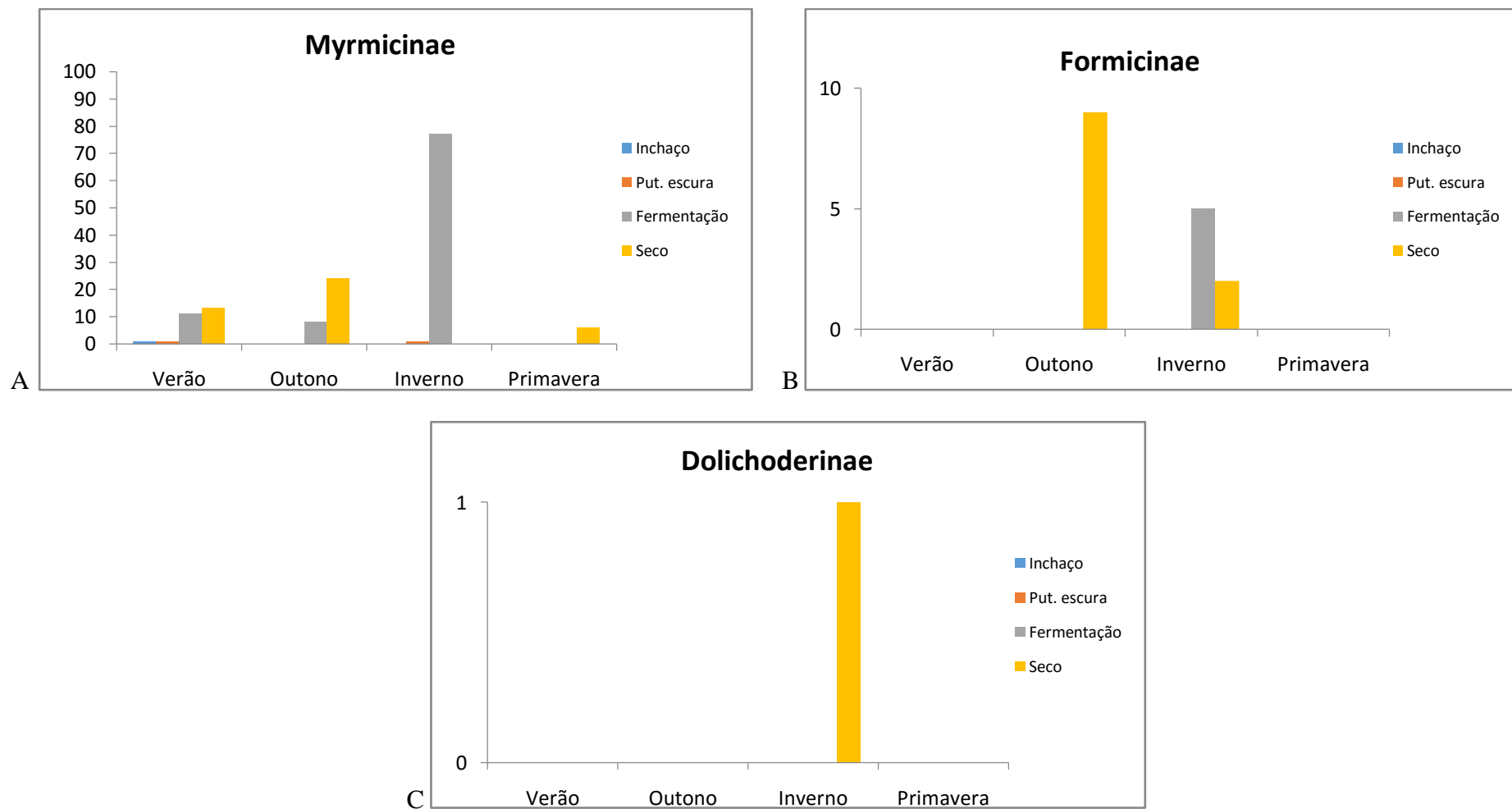


Figura 13: Distribuição temporal das subfamílias de Hymenoptera associados à decomposição de *Rattus rattus* ao longo das estações de 2015 no Parque Nacional da Tijuca, RJ: Myrmicinae (A), Formicinae (B), Dolichoderinae (C).

4.6.4 Associação de outras ordens de artrópodes com os estágios de decomposição e estações do ano:

As outras ordens como Araneae, Blattaria, Orthoptera e Mantodea, tiveram pouca representatividade no presente estudo. Aranhas e o louva-deus, representante da família Mantidae, foram classificados como predadores, devido ao seu hábito alimentar, já baratas e grilos foram considerados acidentais visitando a carcaça em busca de refúgios, micro-habitat favorável.

No presente estudo foram coletados cinco indivíduos da ordem Araneae, identificados somente a nível de ordem. Estes ocorreram no outono e inverno, ocupando diferentes estágios de decomposição (Inchaço, Fermentação e Seco) (Figura 14). Apesar da baixa representatividade desse grupo no presente trabalho foram considerados predadores na carcaça de *R. rattus*.

As aranhas (Ordem: Araneae) constituem a sétima maior ordem de animais em diversidade, após cinco maiores ordens de insetos (Coleoptera, Lepidoptera, Hymenoptera, Diptera e Hemiptera) e uma de Arachnidae (Acari). Dentre estes táxons, as aranhas se distinguem pela sua completa dependência da predação como estratégia trófica (Coddington e Levi, 1991). Devido a voracidade desses organismos, alguns estudos demonstram que eles podem ser agentes em potencial para controle biológico natural de pragas (Riechert, 1981; Borror e Delong, 1988), tendo, por exemplo, o efeito de reduzir os danos causados por insetos herbívoros em plantações de soja (Carter e Rypstra, 1995). Na Entomologia Forense, as aranhas ocupam o papel ecológico de predador de insetos na fauna cadavérica, predando tanto insetos necrófagos quanto predadores; desta forma, é possível que a interferência das aranhas nesse tipo de cadeia alimentar tanto possa atrasar quanto acelerar o desenvolvimento da decomposição da matéria orgânica, dependendo se a predação atinge maior número de insetos necrófagos ou predadores (Oliveira-Costa, 2011).

No presente estudo apenas dois indivíduos da família Ectobiidae foram encontrados no inverno e primavera, nos estágios finais de decomposição (Fermentação e Seco) (Figura 15). As baratas podem ter adotado a carcaça estudada ou a serragem como extensão de seu habitat e terem sido capturadas acidentalmente, contudo segundo Figueiredo et al. (2012) a presença desses indivíduos ao longo do processo de decomposição também deve ser levada em consideração e pois tais indivíduos podem possuir de fato uma importância forense.

Os indivíduos da Ordem Blattaria, comumente conhecidos como baratas, podem ser encontrados na maioria dos ecossistemas como florestas, desertos, cerrados e caatingas. Estão relacionados a diversos tipos de matéria orgânica em decomposição, como também a frestas em troncos ocos, cascas soltas, folhiço suspenso em plantas epífitas, palmeiras, ninhos de aves, entre outros (Grandcolas e Pellens, 2012). Possuem hábitos onívoros, podendo alimentar-se de matéria vegetal. Porém são considerados dentro da fauna entomológica cadavérica como acidentais (Cruz e Vasconcelos 2006). A família Ectobiidae são indivíduos de pequeno a médio porte e são encontrados, geralmente em florestas se alimentando de conteúdo vegetal. Oliveira et al. (2012), registraram as ordens Blattaria e Araneae associadas a cadáveres humanos, no Instituto médico legal do Rio de Janeiro, ocorrendo nos estágios finais de decomposição cadavérica, corroborando com nossos resultados.

Apenas dois indivíduos pertencentes a família Gryllidae ocorreram no nosso trabalho, associados a carcaça de rato. Ambos ocorreram no inverno e na fermentação (Figura 16). Devido ao seu hábito alimentar ser tipicamente fitófago, os ortópteros foram considerados acidentais nesse estudo.

A ordem Orthoptera, agrupa os gafanhotos, grilos e esperanças e possui mais de 20 mil espécies em distribuição mundial, com maior diversidade nos trópicos (Capinera 2004). Os ortópteros apresentam tamanho do corpo variado dentro dos grupos, podendo apresentar membros de menos de 5 mm e outros de 11,5 cm, são comuns na fauna terrestre e ambas as Subordens (Ensifera e Caelifera) apresentam indivíduos geralmente fitófagos, porém muitas espécies são onívoras (Chopard 1938, Hewitt 1979). Marchioriet al. (2000), Cruz et al. (2004) registraram ortópteros associados à matéria animal em decomposição, Cruz et al. (2006) coletaram alguns exemplares de Orthoptera associados à carcaça de suíno em fragmento de Mata Atlântica em Pernambuco. Panigalliet al. (2013) coletaram indivíduos da família Gryllidae frequentando carcaça de porco doméstico em um fragmento de Mata Atlântica em Santa Catarina. Ries (2013), também observou representantes dessa família associado a três carcaças de porco doméstico no Rio Grande do Sul. Gonçalves-Oliveira e Oliveira-Costa (2013), coletaram 75 ortópteros pertencentes a cinco famílias em carcaças de suínos em um fragmento de mata ciliar no Rio de Janeiro. Silva (2014), em estudo da entomofauna na Reserva Biológica do Tinguá no Rio de Janeiro, registrou duas famílias de ortópteros nesse ambiente de Mata Atlântica. Resultados que corroboram com o presente estudo.

Nesse estudo apenas um indivíduo da família Mantidae ocorreu, no verão e no estágio Seco. Apesar da baixa representatividade foi considerada no presente estudo como predador, pois é amplamente citado na literatura como de hábito predador (Figura 17). Segundo Costa Lima, (1938) a ordem Mantodea apresenta cerca de 1500 espécies descritas, todas pertencentes a uma grande família Mantidae, subdividida em 32 subfamílias. Muitas espécies de louva-a-deus apresentam mimetismo, adaptando-se perfeitamente ao ambiente em que vivem, assemelhando-se a folhas. São insetos predadores, largamente arborícolas embora algumas espécies ápteras sejam habitantes do solo. São essencialmente carnívoros, consistindo sua alimentação em pequenos insetos, tais como moscas, cigarrinhas, gafanhotos e lagartas. São também canibais, ocorrendo isto não só entre adultos, como também nas formas jovens (Galloet al. 2002).

O impacto que as espécies acidentais na ocupação e decomposição da carcaça é mínimo, porém é importante descrever a fauna associada porque há registros de que grandes quantidades de predadores podem retardar a decomposição de um cadáver, ao reduzir as populações de insetos necrófagos devido à predação (Goff 2000).

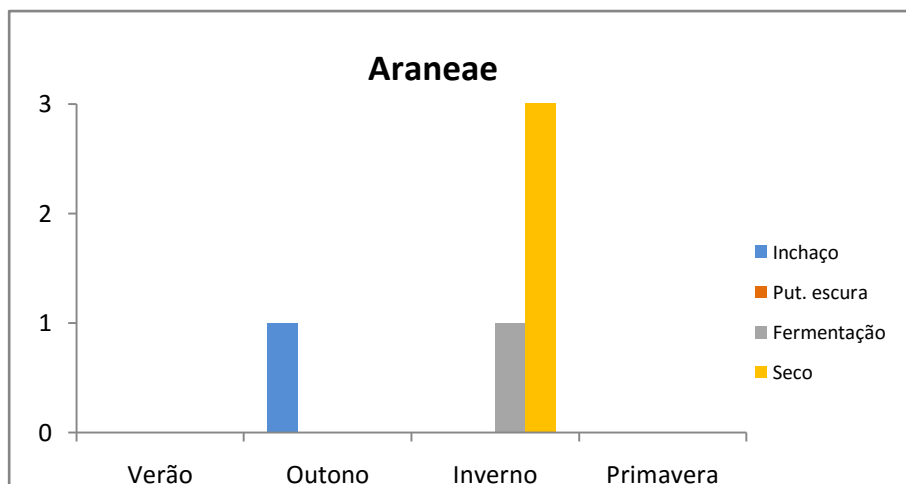


Figura 14: Distribuição temporal de Araneae associados à decomposição de *Rattus rattus* ao longo das estações de 2015 no Parque Nacional da Tijuca, RJ.

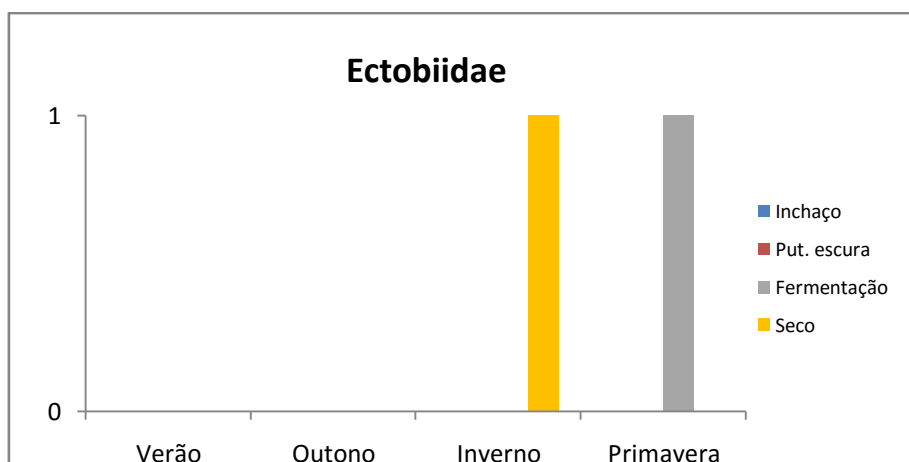


Figura 15: Distribuição temporal da família Ectobiidae associados à decomposição de *Rattus rattus* ao longo das estações de 2015 no Parque Nacional da Tijuca, RJ.

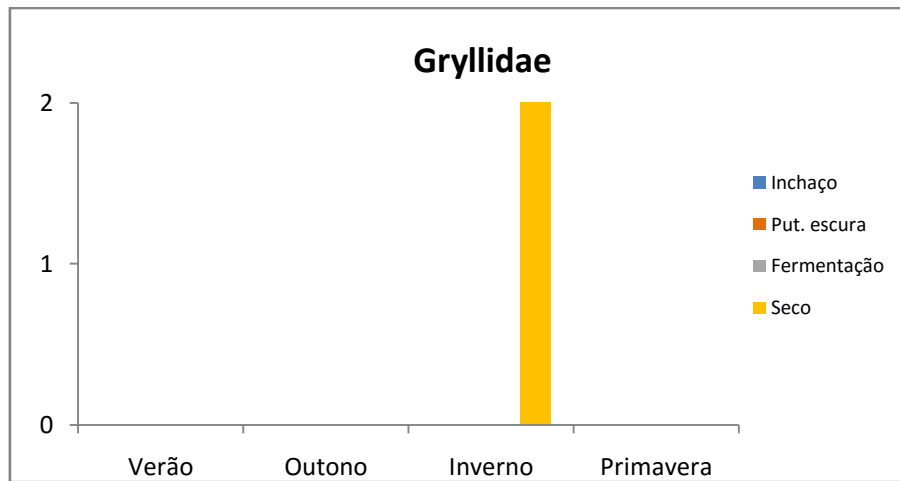


Figura 16: Distribuição temporal da família Gryllidae associados à decomposição de *Rattus rattus* ao longo das estações de 2015 no Parque Nacional da Tijuca, RJ.

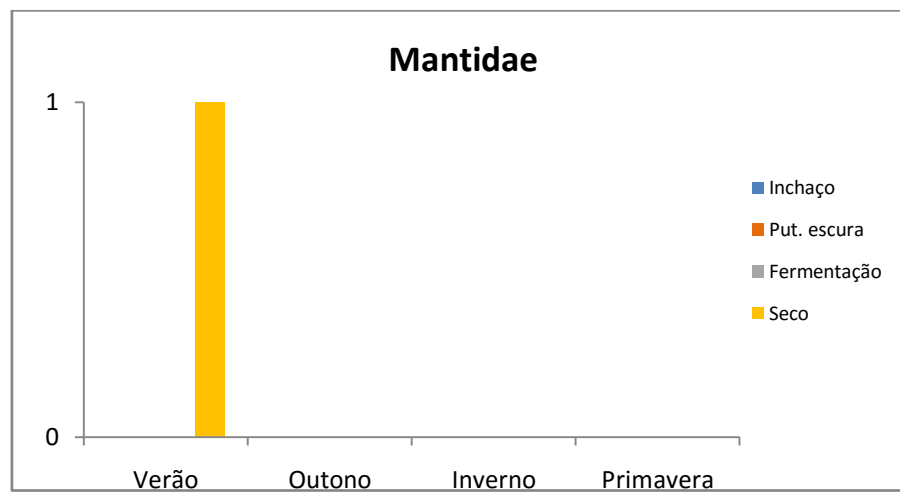


Figura 17: Distribuição temporal da família Mantidae associados à decomposição de *Rattus rattus* ao longo das estações de 2015 no Parque Nacional da Tijuca, RJ.

4.7 Guildas tróficas:

No presente estudo a artropodofauna associada à carcaça de *R. rattus* teve representantes nas quatro categorias ecológicas que compõem a fauna de artrópodes no processo de decomposição, utilizados para determinação do IPM (Tabela 8). Essas quatro categorias são: necrófagos, predadores, onívoros e acidentais. Os necrófagos foram representados pelas famílias Calliphoridae, Sarcophagidae, Micropezidae, Muscidae, Faniidae, Phoridae, Neriidae, Sphaeroceridae, Chloropidae, Drosophilidae e coleópteros da família Leiodidae e Silphidae. A fauna necrófaga são os de maior importância forense, pois utilizam a matéria orgânica em decomposição como fonte proteica para si ou, visando estimular a oviposição, ou ainda para desenvolvimento de suas fases imaturas, sua atividade acelera a putrefação e a desintegração do corpo (Oliveira-Costa 2011). Os predadores foram representados por indivíduos das famílias Sthaphylinidae (predadores exclusivos de larvas de Diptera), Histeridae, Mantidae, ordem Hymenoptera e Araneae, estes se alimentam dos necrófagos e são bons indicadores do estágio de decomposição de um cadáver. Os onívoros foram representados pelos coleópteros da família Scarabaeidae, as espécies onívoras alimentam-se de mais de um tipo de matéria orgânica, incluindo ocasionalmente a carcaça. Os acidentais ou visitantes foram representados pelas ordens Orthoptera e Blattaria, além de duas famílias de Diptera, Dolichopodidae e Tabanidae, esses grupos visitam a carcaça em busca de refúgio, microambiente favorável, e local de pouso ou postura e, os insetos necrófagos propriamente ditos (Cruz e Vasconcelos 2006). Os necrófagos representaram o maior número (92,16%), seguido dos predadores (6,85%), onívoros (0,88%), acidentais e visitantes com apenas (0,11%). Na Tabela 8 podemos observar a classificação dos artrópodes em guildas tróficas de acordo com sua ocorrência dentro da carcaça, essa classificação foi feita segundo Arnett (1963) e Marinoni et al. (2001).

Tabela 8: Guildas tróficas das famílias de artrópodes e suas respectivas frequências absolutas (n) e relativas (%), associadas à carcaça de *Rattus rattus* no Parque Nacional da Tijuca, RJ, nas quatro estações de 2015.

Necrófagos	n	%
Calliphoridae	4884	87,40
Sarcophagidae	339	6,07
Micropezidae	164	2,94
Fannidae	73	1,30
Leiodidae	39	0,70
Muscidae	38	0,68
Phoridae	15	0,27
Silphidae	15	0,27
Neridae	12	0,22
Sphaeroceridae	4	0,07
Chloropidae	3	0,05
Drosophilidae	2	0,03
Total	5588	92,16
Predadores	n	%
Staphylinidae	204	49,15
Formicidae	160	38,55
Histeridae	45	10,85
Araneae	5	1,2
Mantidae	1	0,25
Total	415	6,85
Onívoros	n	%
Scarabaeidae	53	100
Total	53	0,88
Acidentais	n	%
Dolichopodidae	2	28,6
Ectobiidae	2	28,6
Gryllidae	2	28,6
Tabanidae	1	14,2
Total	7	0,11

4.8 Padrões de sucessão da artropodofauna:

No que diz respeito à sucessão faunística, houve sobreposição das ordens coletadas em todas as etapas da decomposição de *R. rattus*, exceto no estágio Inchaço que foi colonizado apenas pelos dípteros. Portanto não houve exclusivismo entre os estágios de decomposição e os grupos encontrados, mas foi possível observar uma sucessão faunística da artropodofauna na carcaça ao longo dos estágios de decomposição (Tabela 9).

Os artrópodes que colonizam o cadáver apresentam uma sequência ou sucessão típica; cada grupo de insetos é atraído a um determinado estágio de decomposição. Assim, o tipo e a composição da fauna encontrada em um cadáver são indicativos da sua fase de decomposição (Anderson 2009; Bird e Castner 2010).

Diptera e Coleoptera são os principais grupos de insetos necrófagos envolvidos no processo de decomposição (Biavati et al. 2010). A cada diferente região geográfica e circunstância temos uma comunidade específica e um diferente padrão de sucessão. Portanto, para aplicar a Entomologia Forense médico-legal a uma determinada região, é necessário o conhecimento prévio da fauna cadavérica local-específica e de seu padrão de sucessão. Pelo menos, um estudo local experimental com modelo animal deve ser feito previamente (Oliveira-Costa 2011).

No presente estudo Diptera apresentou um padrão de sucessão começando nas fases iniciais de decomposição e aumentando a frequência ao longo dos estágios finais de decomposição, mais intensos na fermentação, fase onde há mais tecido mole, tipo de substrato ao qual larvas de Diptera se alimentam. Por outro lado, os Coleoptera ocorreram mais nos estágios finais de decomposição, principalmente no estágio Seco e a Fermentação. O pico durante a Fermentação pode ser explicado pela presença de famílias que possuem comportamento predatório de larvas de dípteros. Os Hymenoptera colonizaram os estágios finais de decomposição, Fermentação e Seco. As outras ordens encontradas, Blattaria, Orthoptera, Mantodea e Araneae tiveram preferência também pelos estágios finais de decomposição (Fermentação e Seco). Na Tabela 9 podemos observar o padrão de distribuição das ordens coletadas relacionando às fases de decomposição da carcaça de *R. rattus* no Parque Nacional da Tijuca.

Tabela 9: Distribuição das ordens coletadas, relacionando as fases de decomposição da carcaça de *Rattus rattus* no Parque Nacional da Tijuca, RJ nas quatro estações de 2015.

Classe	Ordem	Estágios de decomposição				
		I	II	III	IV	V
Insecta	Diptera	-	978	1.500	2.322	737
Insecta	Coleoptera	-	1	47	141	167
Insecta	Hymenoptera	-	1	2	101	56
Insecta	Blattaria	-	-	-	1	1
Insecta	Orthoptera	-	-	-	-	2

5 CONCLUSÃO

-A carcaça de *R. rattus* no Parque Nacional da Tijuca apresenta cinco estágios de decomposição: Inicial ou Fresco (I), Putrefação inicial ou Inchaço (II), Putrefação escura (III), Fermentação (IV) e Seco (V).

- A carcaça de *R. rattus* no Parque Nacional da Tijuca, no verão se decompõe em oito dias, no inverno em doze dias, no outono e primavera em dez dias.

- A carcaça de *R. rattus* no Parque nacional da Tijuca é atrativa para 22 famílias de artrópodes, principalmente das ordens Diptera, Coleoptera e Hymenoptera. Além de Araneae, Blattaria, Orthoptera e Mantodea.

- Diptera é a ordem de maior importância forense para carcaça de *R. rattus* no Parque Nacional da Tijuca, nas quatro estações de 2015, pois é a mais abundante e com maior riqueza, ocorrendo em 12 famílias: Calliphoridae, Sarcophagidae, Micropezidae, Fannidae, Muscidae, Phoridae, Neridae, Sphaeroceridae, Chloropidae, Dolichopodidae, Drosophilidae e Tabanidae.

-Coleoptera é a segunda ordem de maior importância forense para carcaça de *R. rattus* no Parque Nacional da Tijuca, nas quatro estações de 2015, sendo a segunda em abundância e riqueza com cinco famílias.

- Hymenoptera é a terceira ordem de maior importância forense para carcaça de *R. rattus* no Parque Nacional da Tijuca, nas quatro estações de 2015, sendo a terceira em abundância e riqueza com uma famílias e três subfamílias.

- A temperatura, umidade relativa do ar e precipitação não influencia significativamente a abundância da artropodofauna na carcaça de *R. rattus* no Parque Nacional da Tijuca ao longo do ano de 2015, porém temperatura e precipitação determinam a duração dos estágios de decomposição, acelerando-o no verão e retardando no inverno.

- A família Silphidae é significativamente influenciada de forma positiva pela temperatura. Micropezidae e Leiodidae são significativamente influenciadas de forma

positiva pela umidade relativa do ar e Micropezidae sofre influência positiva da precipitação.

- Os índices faunísticos indicaram o inverno é estação que apresenta a maior riqueza e o verão o de menor, a primavera possui a maior diversidade e maior dominância da fauna de artrópodes para carcaça de *R. rattus* no Parque Nacional da Tijuca.

- A artropodofauna apresenta representantes nas quatro categorias ecológicas para a fauna de artrópodes na carcaça de *R. rattus* no Parque Nacional da Tijuca, nas quatro estações do ano de 2015. Necrófagos são os mais representativos, seguido de predadores, onívoros e acidentais.

- A carcaça de *R. rattus* no Parque Nacional da Tijuca apresenta uma sucessão faunística. A ordem Diptera é a pioneira no processo de decomposição da carcaça de *R. rattus*, começando nas fases iniciais de decomposição e aumenta a frequência ao longo dos estágios finais de decomposição, mais intensos na Fermentação; os Coleoptera ocorrem mais nos estágios finais de decomposição, principalmente no estágio Seco e a Fermentação; Hymenoptera coloniza os estágios finais de decomposição, Fermentação e Seco. As outras ordens encontradas, Blattaria, Orthoptera, Mantodea e Araneae têm preferência pelos estágios finais de decomposição (Fermentação e Seco).

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade H.T.A.; Varela-Freire, A.A.; Batista, M.A.; Medeiros, J.F. 2005. Calliphoridae (Diptera) coletados em cadáveres humanos no Rio Grande do Norte. *Neotropical Entomology* 34(5): 855-856.

Aczél, M. 1961. A revision of the American Neriidae (Diptera, Acalyptratae). *Studia Entomol.* 4: 257-346.

Almeida, L.M.; Mise K.M. 2009. Diagnosis and Key of the Main Families and Species of South American Coleoptera of Forensic Importance. *Revista Brasileira de Entomologia*. Curitiba. 53 (2): 227-244.

Alves, A.C.F.; Santos, W.E.; Farias, R.C.A.P.; Creão-Duarte, A.J. 2014. Blowflies (Diptera, Calliphoridae) associated with pig carcasses in a Caatinga area, Northeastern Brazil. *Neotropical Entomology* 43(2): 122-126.

Amendt, J. et al. 2011. Forensic entomology: applications and limitations. *Forensic Sci Med Pathol.* 7: 379-392.

Arnett, R.H.JR. 1963. The Beetles of the Unitedl States. Washingto. *The Catholic University of America Press*: 1112.

Ashworth, J.R.; Wall, R. 1994. Responses of the sheep blowflies *Lucilia sericata* and *L. cuprina* to odour and the development of semiochemical baits. *Medical and Veterinary Entomology.* 8: 303–309.

Baltazar, F.N. 2013. Análise da entomofauna relacionada à decomposição em modelo de *Sus scrofa domesticus L.* em área litorânea (Cubatão) e planalto (Atibaia) do Estado de São Paulo: aspectos médico-sanitários e forenses. Dissertação mestrado: Mestrado em Ciências. Programa de Pós Graduação em Ciências da Coordenadoria de Controle de Doenças da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo. Barbosa, R.R.; Mello-Patiu, C.A.; Mello, R. P.; Queiroz, M.M.C. 2009. New records of calyptrate dipterans

(Fanniidae, Muscidae and Sarcophagidae) associated with the decomposition of domestic pigs in Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. 104(6): 923-926.

Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa – BDMEP (BDMEP/INMET – RJ: <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa>).

Barbosa, R.R.; Mello-Patiu, C.A.; Ururahy-Rodrigues, A.; Barbosa, C.G.; Queiroz, M.M.C. 2010. Temporal distribution of ten calyptrate dipteran species of medicolegal importance in Rio de Janeiro, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro.105(2): 191-198.

Barbosa, C.C. 2013. Coleopteros e Himenópteros associados a carcaça de cão (*Canis familiares* Linnaeus, 1758) em resquício de Mata Atlântica, Dois Irmãos, Recife/PE. Disponível em: www.sigeventos.com.br/jepex/inscrição/resumo/0001/R1689-1.pdf (Acesso em 24 jan. 2016).

Begon, M. 2006. *Ecology – From Individuals to Ecosystems*. 4ed. Blackwell Publishing Ltd.

Bélo, M.; Oliveira-Filho, J.J. 1978. Espécies domésticas de *Drosophila*. II. Flutuações de espécies atraídas para isca de banana fermentada naturalmente. *Científica* 6: 269-278.

Biavati, G.M.; Santana, F.H.; Pujol-Luz, J.R.A. 2010. Checklist of Calliphoridae Blowflies (Insecta, Diptera) associated with a Pig Carrion in Central Brazil. *Journal of Forensic Sciences*. 55 (6).

Bornemissza, G. F. 1957. An analysis of arthropod succession in carion and the effect of its decomposition on the soil fauna. *Australian Journal of Zoology*. 5: 1–12.

Bonnet, A.; Lopes, B.C. 1993. Formigas de dunas e restingas da praia da Joaquina, Ilha de Santa Catarina, SC (Insecta: Hymenoptera). *Biotemas* 6: 107-114.

Borcard, D.; Gillet, F.; Legendre, P. 2001. *Numerical ecology with R*. Springer P. 198: 154-155.

Borror, D.J.; DeLong, D.M. 1988. *Introdução ao estudo dos insetos*. São Paulo: Edgard Blücher. 653 p.

Brooks, S.E. 2005. Systematics and phylogeny of Dolichopodinae (Diptera: Dolichopodidae). *Zootaxa* **857**: 158.

Buenaventura, E.; Camacho, G.; Alexander, G.; Wolff, M. 2009. Sarcophagidae (Diptera) de importancia forense em Colombia: claves taxonómicas, notas sobre su biología y distribución. *Revista Colombiana de Entomologia*. 35:189-96

Câmera, J.T. et al. 2004. Entomofauna associada a cadáver de suíno em uma área de capoeira urbana em Manaus, Amazonas, Brasil. *Resumos de Congresso Brasileiro de Zoologia*, Brasília: 108.

Capinera, J.L.; Scott, R.D.; Walker, T.J. 2004. Field Guide To Grasshoppers, Katydid, and Crickets of The United States. New York: *Cornell University Press*.

Campobasso, C.P.; Vella, G.; Introna, F. 2001. Factors affecting decomposition and Diptera colonization. *Forensic Science International* 120: 18–27.

Carter, R.E.; Rypstra, A.L. 1995. Top-down effects in soybean agroecosystems : spider density affects herbivore damage. *Oikos*. 72 :433-439 .

Carvalho, C. J. B.; Mello-Patiu, C. A. 2008. Key to the adults of the most common forensic species of Diptera in South America. *Revista Brasileira de Entomologia* 52: 390–406.

Carvalho, C.J.B. de; Couri, M.S. 2002. Part I. Basal groups. 17–132. In: C.J.B. de Carvalho Muscidae (Diptera) of neotropical region: taxonomy. *Editora Universidade Federal do Paraná*. Curitiba.: 287.

Carvalho, C.J.B.; Couri, M.S.; Pont, A.C.; Pamplona, D.; Lopes, S.M.A. 2005. Catalogue of the Muscidae (Diptera) of the Neotropical Region. *Zootaxa*. 860: 1-282.

Carvalho, C.J.B.; Mello-Patiu C.A. 2008. Key to the adults of the most common forensic species of Diptera in South America. *Revista Brasileira de Entomologia* 52(3): 390-406.

Carvalho, L.M.L.; Linhares, A.X. 2001. Seasonality of insect succession and pig carcass decomposition in a natural forest area in southeastern Brazil. *J Forensic Sci.* 46: 604-608.

Carvalho, L.M.L.; Thyssen, P.J.; Goff, M.L.; Linhares, A.X. 2004. Observations on succession patterns of necrophagous insects on pig carcass in a urban area of Southeastern Brazil. *Aggrawal's Internet J. Forensic Med. Toxicol.* 5: 33 – 39.

Coddington, J.A.; Levi, H.W. 1991. Systematics and Evolution of Spiders (Araneae). *Annual Review of Ecology and Systematics.* 22: 565-592.

Chopard, L. 1938. *La biologie des Orthoptères*. Paris: Masson. Encycl. Ent.

Corrêa, R.C.; Almeida, L.M.; Moura, M.O. 2014. Coleoptera associated with buried carrion: potential forensic importance and seasonal composition. *J. Med. Entomol.* 51, 1057–1066.

Costa, S.B. et al. 2006. Formigas como vetores mecânicos de micro-organismos no Hospital Escola da Universidade Federal do Triângulo Mineiro. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical.* 39 (6): 527-529.

Costa-Lima, A.M. 1938. *Insetos do Brasil. 1º Tomo*. Escola Nacional de Agronomia, Série Didática. (2): 468.

Cross, P.; Simmons, T. 2010. The Influence of Penetrative Trauma on the Rate of Decomposition. *Journal of Forensic Sciences.* 55 (2).

Cruz, T.M. 2008. Diversidade e sucessão ecológica de insetos associados à decomposição animal em um fragmento de Mata Atlântica de Pernambuco, com ênfase em Calliphoridae (Diptera). Dissertação: Recife, *Universidade Federal Pernambuco*, 110.

Cruz, T.M.; Vasconcelos, S.D. 2006. Entomofauna de solo associada à decomposição de carcaça de suíno em um fragmento de Mata Atlântica de Pernambuco, Brasil. *Biociências* 14 (2): 193-201.

Dias, J.O.; Suguituru, S.S.; Gomes, L.; Morini, M.S.C. 2007. Ocorrência de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em carcaça animal. São Paulo. *Biológico*. 69 (2): 459-460.

Early, M.; Goff, M.L. 1986. Arthropod succession patterns in exposed carrion on the Island of Oahu, Hawaiian Islands, USA. Washington, D.C. *J. Med. Entomol.* 23 (5): 520-531.

Estadão, Ciência (<http://www.estadao.com.br/ext/ciencia/arquivo/mata>).

Faria, L.S., Paseto, M.L.; Franco, F.T.; Perdigão, V.C.; Capel, G.; Mendes, J. 2013. Insects breeding in pig carrion in two environments of a rural area of the state of Minas Gerais, Brazil. *Neotropical Entomology* 42(2): 216-222.

Farias, R.C.A.P. 2012. Entomofauna associada a carcaça de *Sus scrofa* L. exposta em remanescente de Mata Atlântica em João Pessoa PB. Tese de doutorado. Programa de Pós Graduação em Ciências biológicas (Zoologia). UFPB, 112 p.

Ferraz, A.C.P.; Gadelha, B.Q.; Aguiar-Coelho, V.M. 2009. Análise faunística de Calliphoridae (Diptera) da Reserva Biológica do Tinguá, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Entomologia*. 53: 620-628.

Ferraz, A.C.P.; Gadelha, B.Q.; Aguiar-Coelho, V.M. 2010. Influência Climática e Antrópica na Abundância e Riqueza de Calliphoridae (Diptera) em Fragmento Florestal da Reserva Biológica do Tinguá, RJ. *Neotropical Entomology*. 39(4):476-485 A.

Fontoura, P. et al. 2009. Check-list de imaturos de dípteros associados a carcaças de suíno *Sus scrofa* (Linnaeus, 1758) em decomposição no Rio de Janeiro. In: Congresso de Ecologia do Brasil, São Lourenço. *Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil*, São Lourenço. 1-3.

Figueiredo, C.J., R.R. Silva, C.B. Munhae, M.S.C.; Morini. 2012. Fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) atraídas a armadilhas subterrâneas em áreas de Mata Atlântica. *Biota Neotropica*.13: 176– 182

Gadelha, B.Q.; Ribeiro, A.C.; Aguiar, V.M.; Mello-Patiu, C.A. 2015. Edge effects on the blowfly fauna (Diptera, Calliphoridae) of the Tijuca National Park, Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. 75 (4): 999-1007. A

Gardner, T.A.; Hernández, M.I.M.; Barlow, B.; Peres, C.A. 2008. Understanding the biodiversity consequences of habitat change: the value of secondary and plantation forests for Neotropical dung beetles. *J. Appl. Ecol.* 45:883-893.

Gallo, D. et al.2002. *Entomologia Agrícola*. Piracicaba: Fealq, 77p

Gennard, D. 2012. *Forensic entomology: an introduction*. 2 ed. Oxford: John Willey & Sons Ltd.: 272 p.

Gomes, L.; Von Zuben C.J. 2006. Forensic entomology and main challenges in Brazil. *Neotrop Entomol.* 35:1-11.

Gomes, H. 1997. *Medicina Legal*. Atualizador Hygino Hércules. 32 ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos.

Gomes, L.; Gomes, G.; Desuó, I.C. 2009. A preliminar study of insect fauna on pig carcasses located in sugarcane in winter in southeastern Brazil. *Medical and Veterinary Entomology*. 23: 155-159.

Gonçalves, L. et al. 2011. Inventário de Calliphoridae (Diptera) em manguezal e fragmento de mata atlântica na região de Barra de Guaratiba, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira Biociências*. 9: 50-55.

Gonçalves, L. et al. 2011. Inventário de Calliphoridae (Diptera) em manguezal e fragmento de mata atlântica na região de Barra de Guaratiba, Rio de Janeiro, Brasil. *R Bras Bioci*. 9: 50-55.

Gonçalves-oliveira, R.; Oliveira-Costa, J. 2013. Análise da fauna de Orthoptera associada à decomposição de carcaça de suíno. *Revista Eletrônica Novo Enfoque*. 17 (17): 106–110.

Grandcolas, P.; Pellens, R. 2012. Blattaria. In: Rafael JA, Melo GAR, Carvalho CJB, Casari, S.A.; Constantino, R. *Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia*. Holos editora, Ltda, Manaus, 333-346p.

Grichanov. 2003. New Afrotropical Sciapodinae (Diptera: Dolichopodidae) with some new synonymy. *Russian Entomological Journal* 12 (3): 329–346.

Grichanov. 2006. A preliminary list of Dolichopodidae (Diptera) types in the collections of Swedish Museums. *International Journal of Dipterological Research* 17 (3): 177–204.

Grichanov. 2010. *Aphasmaphleps*, a new genus of long-legged flies from Senegal, with a key to the genera of Afrotropical Diaphorinae (Diptera: Dolichopodidae). *African Invertebrates* 51 (2): 405–412.

Grichanov. 2011. An illustrated synopsis and keys to afrotropical genera of the epifamily Dolichopodoidae (Diptera: Empidoidea). *Priamus Supplement* 24: 1–98.

Grichanov. 2012a. *Shamshevia*, a new genus of long-legged flies from Namibia (Diptera: Dolichopodidae: Diaphorinae). *Journal of Natural History* 46 (9–10): 557–563.

Grichanov. 2012b. Description of female and new records of *Shamshevia hoanibensis* Grichanov from Namibia (Diptera, Dolichopodidae). *Cesa News*.75: 6–7.

Hewitt, G.M. 1979.*Orthoptera: grasshoppers and crickets*. Berlin: Gerbruder Borntrager.

ICMBio-MMA, 2008.

Juk, L.N. 2013.Levantamento da fauna de artrópodes em carcaça de suíno em ambiente silvestre com vegetação de restinga na ilha de santa catarina como subsídio para as ciências forenses.Monografia de conclusão de curso de bacharel em ciências biológicas. Universidade Federal de Santa Catarina.

Koller, W.W.; Barros, A.T.M.; Corrêa, E.C. 2011. Abundance and seasonality of *Cochliomyia macellaria* (Diptera: Calliphoridae) in Southern Pantantal Brasil. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.* 20 (1): 27-30.

Koppen, W.; Geiger, R. 1928. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150cmx200cm.

Kosmann, C.; Macedo, M.P.; Barbosa, T.A.F.; Pujol-Luz, J.R. 2011. *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) and *Hemilucilia segmentaria* (Fabricius) (Diptera, Calliphoridae) used to estimate the postmortem interval in a forensic case in Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*. 55: 621–623.

Kosmann, C.; Mello, R.P.;Harterreiten-Souza, E. S.; Pujol-Luz, J.R. 2013. A List of Current Valid Blow Fly Names (Diptera: Calliphoridae) in the Americas South of Mexico with Key to the Brazilian Species. *EntomoBrasilis*. 6(1): 74-85.

Kruger, R.F.; Kirst, F.D.; Souza, A.S.B. 2010.Rate of development of forensically-important Diptera in southern Brazil.*Revista Brasileira de Entomologia*.54(4): 624-629.

Kulshrestha, P.; Satpathy, D.K. 2001.Use of beetles in Forensic entomology.*Forensic Science International*. 120: 15-17.

- Leandro, M.J.F.; D'Almeida, J.M. 2005. Levantamento de Calliphoridae, Fanniidae, Muscidae e Sarcophagidae em um fragmento de mata na Ilha do Governador, Rio de Janeiro, Brasil. *Iheringia Sér Zool.*95: 377-381.
- Lowenberg-Neto, P.; Carvalho, C.J.B. 2013. Muscidae (Insecta: Diptera) of Latin America and the Caribbean: geographic distribution and check-list by country. *Zootaxa.* 3650 (1): 001-147.
- Mantovani, W.A. 1992. vegetação sobre a restinga em Caraguatatuba, SP. *Anais do Congresso Nacional sobre essências nativas*, São Paulo, 1992. 4 (1): 139-44.
- Marchiori, C.H.; Oliveira, A.T.; Linhares, A.X. 2001. Artrópodes associados a massas fecais bovinas no Sul do Estado de Goiás. *Neotrop. Entomol.* 30: 10-24.
- Marinho, C.R.; Barbosa, L.S.; Azevedo, A.C.G.; Queiroz, M.M.C.; Valgode, M.A.; Aguiar-Coelho, V.M. 2006. Diversity os Calliphoridae (Diptera) in Brazil's Tinguá Biological Reserve. *Brazilian Journal of Biology.*66(1^a): 95-100.
- Marinoni, R.C.; Ganho, N.G.; Monné, M.L.; Mermudes, J.R.M. 2001. Hábitos alimentares em Coleoptera (Insecta). Ribeirão Preto, *Holos.* 63p.
- Marinoni, R.C.; GanhoN.G. 2003. A fauna de Coleoptera em áreas com diferentes condições florísticas no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. Abundância e riqueza das famílias capturadas através de armadilhas de solo. *Revista Brasileira de Zoologia.* 20 (4): 737-744.
- Marques, A.M.A. 2008. Entomologia Forense: Análise da Entomofauna em Cadáver de *Sus scrofa* (Linnaeus), na região de Oeiras, Portugal. 66 f. Dissertação: Mestrado em Biologia Humana e Ambiente) – Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa.
- Marshall, S.A. 2010. Micropezidae (stilt-legged flies). In: Brown, B.V., Borkent, A., Cumming, J.M., Wood, D.M., Woodley, N.E.; Zumbado, M. (Eds.). *Manual of Central American Diptera.* 2. Ottawa, NRC Research Press, 728 p.

Marshall, S.A. 2012. Flies: the Natural History and Diversity of Diptera. Ontario, *Firefly Books*. 616 p.

Martínez, M.D.; Arnaldos, M.I.; Romera, E.; Garcia, M.D. 2002. Los Formicidae (Hymenoptera) de una comunidad sarcosaprófaga en un ecosistema mediterráneo. *Anales de Biología*. 24: 33-44.

Martins, G.; Santos, W.E.; Creão-Duarte, A.J.; Silva, L.B.G.; Oliveira, A.A.F. 2013. Estimativa do intervalo pós-morte em um canino (*Canis lupus familiaris* Linnaeus 1758) pela entomologia forense em Cabedelo-PB, Brasil: relato de caso. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 65(4): 1107-1110.

Mello, R.P. 2003. Chave para a identificação das formas adultas das espécies da família Calliphoridae (Diptera, Brachycera, Cyclorrhapha) encontradas no Brasil. *Entomologia y Vectores*, Rio de Janeiro. 10 (2): 255-268.

Mello, R.P.; Aguiar-Coelho, V.M. 2009. Durations of immature stage development period of *Nasonia vitripennis* (Walker) (Hymenoptera: Pteromalidae) under laboratory conditions: implications for forensic entomology. *Parasitology Research*. 104 (2): 411-418.

Mise, K.M.; Almeida, L.M.; Moura, M.O. 2007. Levantamento da fauna de Coleoptera que habita a carcaça de *Sus scrofa* L., em Curitiba, Paraná. *Revista Brasileira de Entomologia*. 51: 358-368.

Mise, K.M.; Souza, A.S.B.; Campos, C.M.; Keppler, R.L.F.; Almeida, L.M.; 2010. Coleoptera associados a carcaça de porco em reserva florestal, Manaus, Amazonas, Brasil. *Biota Neotrop*. 10: 321–324.

Monteiro-Filho, E.L.A.; Penereiro, J.L. 1987. Estudo de decomposição e sucessão sobre uma carcaça animal numa área do estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*. 47: 289-295.

Moretti, T.C.; Thyssen, P.J.; Godoy, W.A.C.; Solis, D.R. 2007. Formigas coletadas durante investigações forenses no sudeste brasileiro. *Biológico, São Paulo*. 69 (2): 465-467.

Moretti, T.C.; Ribeiro, O.B.; Thyssen, P.J.; Solis, D.R. 2008. Insects on decomposing carcasses of small rodents in a secondary forest in Southeastern Brazil. *European Journal of Entomology*. 105: 691-696.

Mori, S.A.; Boom, M.B.; Prance, G.T. 1981. Distribution patterns and conservation of eastern Brazilian coastal forest tree species. *Brittonia*. 33: 233-245.

Moura, M.O.; De Carvalho, C.J.B.; Monteiro-Filho, E.L.A. 1997. A preliminary analysis of insects of medico-legal importance in Curitiba, state of Paraná. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. 92: 269–274.

Moura, M.O.;Carvalho, C.J.B.; Monteiro-Filho, E.L.A.2005. Estrutura de comunidades necrófagas: efeito da partilha de recursos na diversidade. *Revista Brasileira de Zoologia*. 22(4): 1134-1140.

Nichols, E.; Larsen, T.; Spector, S.; Davis, A.L.; Escobar, F.; Favila, M.; Vulinec, K. 2007. Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: A quantitative literature review and meta-analyses. *Biol. Conserv.* 137:1-19.

Nichols, E.; Spector, S.; Louzada, J.; Larsen, T.; Amezcua, S.; Favila, M.E. 2008. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biol. Conserv.* 141:1461-1474.

Oliveira, T.C.; Vasconcelos, S.D. 2010. Insects (Diptera) associated with cadavers at the Institute of Legal Medicine in Pernambuco, Brazil: Implications for forensic entomology. *Forensic Science International*. 198: 97-102.

Oliveira, R.G.; Rodrigues, A.; Oliveira-Costa, J.; Bastos, C.S.; Generoso B.C. 2012. Entomofauna cadavérica no instituto médico legal do Estado do Rio de Janeiro. *Revista Eletrônica Novo Enfoque*. 15: 54 – 57.

Oliveira-Costa, J.; Mello-Patiu, C.A. 2004. Application of forensic entomology to estimate of the postmortem interval (PMI) in homicide investigations by the Rio de Janeiro Department in Brazil. *Aggrawal's Internet J. Forensic Med. Toxicol.* 5: 40-44.

Oliveira-Costa, J.; Quintino, H.Y.S. 2008. Coleópteros de Interesse Forense no Brasil, p. 219-237. In: Oliveira-Costa J. *Entomologia Forense: Quando os insetos são vestígios*. 2ª ed. Millennium, Brasil: 420.

Oliveira-Costa, J. 2011. Entomologia Forense - *Quando os insetos são vestígios: Tratado de Perícias Criminalísticas*. 3. ed. Campinas, SP: Millennium. 502p.

Olsen, L.E.; Rickman, R.E. 1963. Studies on *Odontoloxozus longicornis* (Diptera: Neriidae). Part 1 Life history and descriptions of immature stages. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 56:454-469.

Panigalli, G. et al. 2013. Diversidade de Insecta (Arthropoda) associada à carcaça de *Sus scrofa* L. em um fragmento de Mata Atlântica de Xanxerê, Santa Catarina. *Unoesc & Ciência - ACBS, Joaçaba*, I (1): 15-26.

Parque Nacional da Tijuca (<http://www.parquedatijuca.com.br>).

Payne, J.A. 1965. A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa*. *Ecology*. 46:853-866.

Pinheiro, D.S.; Reis, A.A.S.; Jesuíno, R.S.A.; Silva, H.M.V. 2012. Variáveis na estimativa do intervalo pós-morte por métodos de Entomologia Forense. *Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer*– Goiânia. 8(14): 1442.

Pujol-Luz, J.R.; Marque, S.H.; Ururahy-Rodrigues, A.; Rafael, J.A.; Santana, F.H.A.; Arantes, L.C.; Constantino, R. 2006. A forensic entomology case from the Amazon Rain Forest of Brazil. *J Forensic Sci.* 51: 1151-1153.

Pujol-Luz, J.R.; Francez, P.A.C.; 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. *Journal of Forensic Sciences*, 53: 476-478.

Pujol-Luz, J.R.; Arantes, L.C.; Constantino, R. 2008a. Cem anos da Entomologia Forense no Brasil (1908- 2008). *Revista Brasileira de Entomologia*. 52(4): 485- 492.

Rafael, J.A. et al. 2012. *Insetos do Brasil. Diversidade e Taxonomia*. 1 ed. Ribeirão Preto: Holos, Editora.

Robinson, H. 1970b. 40. Family Dolichopodidae. *A Catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States*. 40: 1-92.

Rosa, T.A. 2007. Artropodofauna de Interesse Forense no Cerrado do município de Uberlândia, MG: Abundância Relativa, Diversidade e Sucessão Entomológica. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Imunologia e Parasitologia.

Rosa, T.A.; Babata, M.L.Y.; Souza, C.M.; Sousa, D.; Mello-Patiu, C.A.; Vaz-de-Mello, F.Z.; Mendes, J. 2011. Arthropods associated with pig carrion in two vegetation profiles of Cerrado in the State of Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*. 55(3): 424-434.

Salazar-Ortega J. 2008. Estudio de la entomofauna sucesional asociada a la descomposición de un cadáver de cerdo doméstico (*Sus scrofa*) en condiciones de campo. *Revista de la Facultad de Ciencias*. 13(1): 21-32.

Salviano, R.J.B.; Mello, R.P.; Santos, R.F.S.; Beck, L.C.N.H.; Ferreira, A. 1996. Calliphoridae (Díptera) associated with human corpse in Rio de Janeiro, Brazil. *Entomologia y Vetores*. III (5/6): 145-146.

Santana, F.A. 2006. Dipterofauna associada a carcaças de *Sus scrofa* Linnaeus em área de Cerrado do Distrito Federal, com ênfase na família Calliphoridae (Insecta, Diptera).

2006. 92 f.. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília.

Santos, W. E. dos. 2012. Diversidade, Sazonalidade e Sucessão ecológica de Coleoptera (Insecta) associados ao processo de decomposição de *Sus scrofa L.* em Caatinga Paraibana. Dissertação de mestrado. Programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), UFPB, 70p.

Segura, N.A.; Bonilla, M.A.; Usaquén, W.; Bello, F. 2011. Entomofauna resource distribution associated with pig cadavers in Bogotá DC. *Medical and Veterinary Entomology*. 25: 46- 52.

Silva, A.B.; Gadelha, B.Q.; Ribeiro, A.C.; Ferraz, A.C. P.; Aguiar-Coelho, V.M. 2014. Entomofauna capturada em armadilha para dípteros na Reserva Biológica do Tinguá, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro. *Bioikos*. 28(1):11-23.

Silva, C.D.L. 2014. Formigas associadas à decomposição de carcaças de roedores em area urbana do municipio de São Paulo. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia, *Campus São Paulo*.

Silva, R.C.; Santos, W.E. 2012. Fauna de Coleoptera associada a carcaças de coelhos expostas em uma área urbana no Sul do Brasil. *EntomoBrasilis*. 5: 185–189.

Silva, A.Z.; Anjos, V.A.; Ribeiro, P.B.; Krüger, R.F. 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, A.Z. da.; Hoffmeister, C.H.; Anjos, V.A. dos; Ribeiro, P.B.; Krüger, R.F. 2014. Necrophagous Diptera associated with wild animal carcasses in Southern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*. 58(4): 337–342.

SOS Mata Atlântica (<http://www.sosmatatlantica.org.br>).

Souza, A.S.B.; Kirst, F.D.; Kruger, R.F. 2008. Insects of forensic importance from Rio Grande do Sul state in southern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*. 52(4): 641-646.

Souza, A.S.B. 2009. Calliphoridae (Diptera) associados a cadáver de porco doméstico *Sus scrofa* (L.) na cidade de Manaus, AM, Brasil. 2009. 55 f. Dissertação (Mestrado) – INPA/UFAM. Manaus.

Spector, S. 2006. Scarabaeine dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae): an invertebrate focal taxon for biodiversity research and conservation. *Coleopt. Bull.* 5:71-83.

Steyskal, G.C. 1968. Family Micropezidae, In: Papavero, N. (Ed.), *A catalogue of the Diptera of the Americas south of the United States*. 48. São Paulo, Departamento de Zoologia, Secretaria de Agricultura, 33 p.

Steyskal, G.C. 1987. Neriidae. p.769-771. In J.F. McAlpine, , B.V. Peterson, G.E. Shewell, H.J. Teskey, J.R. Vockeroth & D.M. Wood (eds.), *Manual of Nearctic Diptera* Volume 1. *Research Branch, Agriculture*. Canada, Ottawa, 1332p.

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 de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, 2003.

Thashiro, H.;Schwardt,H. H. 1949. Biology of the major species of horse flies of central New York. *Jour. Econ. Ent.* 42: 269-272.

Tomberlin, J.K.; Mohr, R.; Benbow, M.E.; Tarone, A.M.; VanLaerhoven, S. 2011. A roadmap for bridging basic and applied research in Forensic Entomology. *Annual Review of Entomology*. 56: 401–421.

Triplehorn, C.A.; Johnson, N.F. 2011. Estudo dos insetos. São Paulo: Cengage. Learning.

Ururahy-Rodrigues, A. et al. 2008. *Coprophanaeuslancifer* (Coleoptera, Scarabaeidae) activity causes the rolling movement of a man-sized carcass in Amazonia, Brazil: A forensic taphonomy report. *Forensic Science International*. 182: 19–22.

Ururahy-Rodrigues, A.; Rafael, J.A.; Pujol-Luz, J.R. 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*. 6(1): 09-22.

Vairo, K.P.; Mello-Patiu, C.A.; Carvalho, C.J.B. 2011. Pictorial identification key for species of Sarcophagidae (Diptera) of potential forensic importance in southern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*. 55(3): 333-347.

Vasconcelos, S.D.; Araújo, M.C.S. 2012. Necrophagous species of Diptera and Coleoptera in northeastern Brazil: state of the art and challenges for the forensic entomologist. *Rev Bras Entomol*. 56: 7-14.

Vasconcelos, S.D., Barbosa, T.M.; Oliveira, T.P.B. 2015. Diversity of Forensically-Important Dipteran Species in Different Environments in Northeastern Brazil, with Notes on the Attractiveness of Animal Baits. *Florida Entomologist*. 98 (2): 770-775.

Vasconcelos, S.D.; Cruz, T.M.; Salgado, R.L.; Thyssen, P.J. 2013. 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* 13(145): 1-11.

Watson, E.J.; Carlton, C.E. 2005. Insect succession and decomposition of wildlife carcasses during fall and winter in Louisiana. *Journal of Medical Entomology*. 42 (2): 193-203.

Wells, J.D.; Greenberg, B. 1994. Effect of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) and carcass type on the daily occurrence of post feeding carrion-fly larvae (Diptera: Calliphoridae, Sarcophagidae). *J. Med. Entomol.*, Washington, D.C. 31: 171-174.

Wolff, M.; Uribe, A.; Ortiz, A.; Duque, P. 2001. A preliminary study of forensic entomology in Medellín, Colombia. *Forensic Sci Int.* 120 (1-2): 53-59.

Yang, D.; Zhu, Y.; Wang, M.; Zhang, L. 2006. *World Catalog of Dolichopodidae (Insecta: Diptera)*. Beijing: China Agri