



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ELIANE RODRIGUES DE SOUZA

ANÁLISE DA COLEOPTEROFAUNA DE INTERESSE FORENSE ASSOCIADA A
CARCAÇAS DE *Sus scrofa* L. EM REGIÃO DE ECÓTONO CERRADO -
AMAZÔNIA

Araguatins
2022



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ELIANE RODRIGUES DE SOUZA

ANÁLISE DA COLEOPTEROFAUNA DE INTERESSE FORENSE ASSOCIADA A
CARCAÇAS DE *Sus scrofa* L. EM REGIÃO DE ECÓTONO CERRADO -
AMAZÔNIA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito obrigatório para obtenção do Título de Graduação do Curso Superior de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*.

Orientadora: Prof.^a. Dr. Darcy Alves do Bomfim.
Coorientador: Dr. Vinícius da Costa-Silva.

Araguatins
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

S719a Souza, Eliane Rodrigues de
Análise da coleopterofauna de interesse forense associada a
carcaças de *Sus scrofa* L. em região de ecótono Cerrado - Amazônia
/ Eliane Rodrigues de Souza. – Araguatins, TO, 2022.
51 p. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências
Biológicas) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins, Campus Araguatins, Araguatins, TO, 2022.

Orientadora: Dra. Darcy Alves do Bomfim
Coorientador: Dr. Vinícius da Costa-silva

1. Entomologia Forense. 2. Coleoptera. 3. Sucessão
Entomológica. I. Bomfim, Darcy Alves do. II. Costa-silva, Vinícius da.
III. Título.

CDD 570

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins
de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a).**



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
Campus Araguatins

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ANÁLISE DA COLEOPTEROFAUNA DE INTERESSE FORENSE ASSOCIADA A CARCAÇAS DE SUS SCROFA L. EM REGIÃO DE ECÓTONO CERRADO - AMAZÔNIA

AUTOR: Eliane Rodrigues de Souza

ORIENTADOR: Profa. Dra. Darcy Alves do Bomfim

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Aprovado (a) em 25 de novembro de 2022.



Documento assinado eletronicamente por **Darcy Alves do Bomfim, Servidora**, em 25/11/2022, às 11:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Francisco Decio de Oliveira Monteiro, Servidor**, em 09/12/2022, às 12:14, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ilsamar Mendes Soares, Servidor**, em 12/12/2022, às 08:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.iftto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1815478** e o código CRC **B0393797**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, porque as suas misericórdias não têm fim e se renovam a cada manhã, trazendo capacitação para que eu consiga realizar com paz e segurança tudo aquilo que me proponho a fazer.

Aos meus pais: Edimar Rodrigues Lima e Poliana Conceição de Souza, que sempre acreditaram no meu potencial e não mediram esforços para que eu pudesse chegar até aqui. E a minha madrastra, Watyla Vieira dos Santos Lima por torcer e celebrar comigo todas as minhas conquistas.

Aos meus amigos de curso: Karoliny, Rosana, Poliana e Miqueias; com quem convivi intensamente durante os últimos quatro anos, por compartilharem comigo sua amizade e por nunca negarem apoio durante essa trajetória.

Agradeço também a minha orientadora, Dr. Darcy Alves do Bomfim por sua ajuda e paciência na elaboração deste trabalho. E ao meu coorientador, Dr. Vinícius da Costa-Silva pela atenção dispensada sempre que o procurei e pela identificação taxonômica dos espécimes coletados.

“O que adquire entendimento ama a sua alma; o que cultiva a inteligência achará o bem.”

(Provérbios 19:8)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa temático de localização da reserva legal do IFTO – Campus Araguatins.	20
Figura 2 - Gaiola usada no experimento para acomodação das carcaças de <i>Sus scrofa</i> L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).	21
Figura 3 - Armadilha entomológica do tipo suspensão modificada utilizada para coleta de insetos alados associados à decomposição de carcaças de <i>Sus scrofa</i> L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).	22
Figura 4 - Potes plásticos cobertos com tecido para criação de imaturos em laboratório, no município de Araguatins, TO.	23
Figura 5 - Estágio fresco observado em carcaças de <i>Sus scrofa</i> L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).	26
Figura 6 - Estágio de putrefação observado em carcaças de <i>Sus scrofa</i> L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).	27
Figura 7 - Estágio de putrefação escura observado em carcaças de <i>Sus scrofa</i> L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).	27
Figura 8 - Estágio de fermentação observado em carcaças de <i>Sus scrofa</i> L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).	28
Figura 9 - Estágio seco observado em carcaças de <i>Sus scrofa</i> L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).	28
Figura 10 - Abundância da família Staphylinidae ao longo dos estágios de decomposição das carcaças de <i>Sus scrofa</i> L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).	32
Figura 11 - Abundância da família Hybosoridae ao longo dos estágios de decomposição das carcaças de <i>Sus scrofa</i> L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).	33
Figura 12 - Abundância da família Histeridae ao longo dos estágios de decomposição das carcaças de <i>Sus scrofa</i> L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).	34
Figura 13 - Abundância da família Scarabaeidae ao longo dos estágios de decomposição das carcaças de <i>Sus scrofa</i> L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).	35

Figura 14 - Abundância da família Trogidae ao longo dos estágios de decomposição das carcaças de <i>Sus scrofa</i> L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).	36
Figura 15 - Abundância da família Cleridae ao longo dos estágios de decomposição das carcaças de <i>Sus scrofa</i> L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).	37
Figura 16 - Abundância da família Dermestidae ao longo dos estágios de decomposição das carcaças de <i>Sus scrofa</i> L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).	38
Figura 17 - Abundância da família Carabidae ao longo dos estágios de decomposição das carcaças de <i>Sus scrofa</i> L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).	38
Figura 18 - Abundância da família Hydrophilidae ao longo dos estágios de decomposição das carcaças de <i>Sus scrofa</i> L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).	39
Figura 19 - Abundância da família Leiodidae ao longo dos estágios de decomposição das carcaças de <i>Sus scrofa</i> L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).	40
Figura 20 - Abundância de Coleoptera em diferentes métodos de coleta durante captura de insetos associados à decomposição de carcaças de <i>Sus scrofa</i> L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).	43

RESUMO

Os insetos da ordem Coleoptera são frequentemente citados como um dos principais grupos de importância forense, contribuindo diretamente na determinação do intervalo pós morte (IPM). Isso porque os besouros apresentam grande variabilidade de hábitos alimentares e são encontrados em praticamente todos os estágios de decomposição de um cadáver. Assim, este trabalho constitui uma abordagem pioneira que objetivou reconhecer as espécies de Coleoptera de interesse forense associada a carcaças de suínos em decomposição em uma área de transição Cerrado-Amazônia na região norte do estado do Tocantins. Para atração dos besouros foram utilizadas como iscas dois suínos domésticos *Sus scrofa* de 16,5 e 17,5 kg, mortos por disparos com arma de fogo na região occipital. Os insetos adultos foram coletados *in loco* utilizando quatro métodos diferentes de coleta: pitfalls, bandeja, armadilha entomológica do tipo suspensão modificada e coleta ativa diretamente da carcaça. Já os imaturos foram transferidos para criação no laboratório de pesquisa. Foi coletado um total de 491 indivíduos pertencentes a 17 famílias. Staphylinidae foi a família mais abundante (N=216), seguida por Hybosoridae (N=92) e Histeridae (N=58). As famílias que apresentaram maior riqueza de espécies foram Scarabaeidae e Histeridae, com 12 e 4 espécies, respectivamente. Para os coleópteros capturados, o estágio seco demonstrou ser o mais favorável para nutrição, reprodução ou abrigo, atraindo o maior número de indivíduos e de espécies. Dentre os métodos de coleta utilizados, a armadilha do tipo pitfall foi a mais eficaz na captura de besouros devido sua alta seletividade para insetos de habitat terrestre. Os dados sobre a distribuição geográfica específica dos estafilínídeos serão de grande importância para análises forenses locais e estimativa do intervalo pós morte (IPM). Os dados obtidos poderão contribuir para consolidação do banco de dados forense em regiões de clima tropical nos quais os besouros representam vestígios entomológicos significativos.

Palavras-chave: Coleoptera. Decomposição. Entomologia Forense. Sucessão Entomológica.

ABSTRACT

Insects of the order Coleoptera are often cited as one of the main groups of forensic importance, directly contributing to the determination of the post-mortem interval (PMI). This is because beetles have a great variability of feeding habits and are found in practically all stages of decomposition of a corpse. Thus, this work constitutes a pioneering approach that aimed to recognize Coleoptera species of forensic interest associated with decomposing swine carcasses in a Cerrado-Amazônia transition area in the northern region of the state of Tocantins. Two domestic pigs *Sus scrofa* weighing 16.5 and 17.5 kg were used as baits to attract the beetles, killed by gunshots in the occipital part. Adult insects were collected in loco using four different collection methods: pitfalls, tray, modified suspension type entomological trap and active collection directly from the carcass. The immature ones were transferred for breeding in the research laboratory. A total of 491 individuals belonging to 17 families were collected. Staphylinidae was the most abundant family (N=216), followed by Hybosoridae (N=92) and Histeridae (N=58). The families with the highest species richness were Scarabaeidae and Histeridae, with 12 and 4 species, respectively. For captured coleopterans, the dry stage proved to be the most favorable for nutrition, reproduction or shelter, attracting the largest number of individuals and species. Among the collection methods used, the pitfall trap was the most effective in capturing beetles due to its high selectivity for insects from terrestrial habitat. Data on the specific geographic distribution of staphylinids will be of great importance for local forensic analysis and estimation of the postmortem interval (PMI). The data obtained may contribute to the consolidation of the forensic database in regions of tropical climate in which beetles represent significant entomological traces.

Keywords: Coleoptera. Decomposition. Forensic Entomology. Entomological Succession.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Entomologia forense.....	14
2.2 Coleoptera na entomologia forense	15
2.3 Decomposição cadavérica	16
2.4 Sucessão da entomofauna de importância forense.....	17
3 MATERIAIS E MÉTODOS	19
3.1 Caracterização da área de estudo	19
3.2 Modelo animal	20
3.3 Instalação do experimento	21
3.4 Amostragem da coleopterofauna e criação em laboratório	22
3.5 Identificação dos espécimes.....	24
3.6 Identificação da duração dos estágios de decomposição	24
3.7 Dados climáticos.....	24
3.8 Análise de dados.....	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1 Decomposição das carcaças e condições climáticas	26
4.2 Coleopterofauna colonizadora.....	29
4.2.1 Famílias de interesse forense	31
4.2.1.1 Staphylinidae.....	31
4.2.1.2 Hybosoridae	33
4.2.1.3 Histeridae	33
4.2.1.4 Scarabaeidae	34
4.2.1.5 Trogidae	35
4.2.1.6 Cleridae	36
4.2.1.7 Dermestidae	37
4.2.1.8 Carabidae.....	38
4.2.1.9 Hydrophilidae	39
4.2.1.10 Leiodidae.....	39
4.2.3 Imaturos criados em laboratório	40
4.3 Sucessão ecológica	41
4.4 Análise dos diferentes métodos de coleta utilizados	42

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 45
REFERÊNCIAS.....46

1 INTRODUÇÃO

A entomologia forense (EF) é a ciência que aplica o conhecimento sobre insetos e outros artrópodes em questões de crimes contra pessoa (PUJOL-LUZ *et al.*, 2008) e, de acordo com o seu foco principal, pode ser classificada em três subáreas: urbana, de produtos armazenados e médico legal (CROCE; CROCE JUNIOR, 2012). Sendo, a entomologia médico legal – objeto deste estudo – relacionada a utilização de insetos para elucidação de crimes violentos, uma vez que estes artrópodes são os primeiros a encontrar carcaças e/ou cadáveres em decomposição e utilizá-los como fonte de alimento e reprodução (NUORTEVA, 1977).

Os insetos da ordem Coleoptera, popularmente conhecidos como besouros, são frequentemente citados como um dos principais grupos de importância forense, pois se desenvolvem em praticamente todos os estágios de decomposição de uma carcaça/cadáver e podem auxiliar em perícias para identificação do intervalo pós-morte (IPM) (SILVA; SANTOS, 2012; OLIVEIRA-COSTA, 2011). A íntima relação dos besouros com estudos de escopo forense se dá pela vasta diversidade de hábitos alimentares encontrados no grupo, representados principalmente por necrófagos, que utilizam a carcaça como fonte primária para o seu desenvolvimento e predadores, do qual se alimentam dos insetos necrófagos (MARINONI *et al.*, 2001; PUJOL-LUZ *et al.*, 2008; CASARI; IDE 2012).

Para obter informações referentes ao intervalo pós-morte (IPM), causa do óbito, movimentações no corpo, uso de drogas/toxinas e ocorrência ou não de maus tratos, os peritos podem examinar tanto os aspectos químicos/físicos do cadáver (i.e., como livores, rigidez, resfriamento e fases de decomposição), quanto de sua fauna entomológica (ROCHA; SANTOS, 2016; SILVA; REIS, 2012). No entanto, após 72 horas da morte, a análise da biologia e ecologia dos insetos necrófagos que colonizam a matéria orgânica é a mais indicada para se determinar o IPM, pois com a decomposição, os dados obtidos no cadáver se tornam imprecisos (AMENDT *et al.*, 2006; ROSA, 2007).

O IPM mínimo pode ser estimado através do tempo que os espécimes mais velhos encontrados no corpo, geralmente Diptera, necessitam para atingir tal fase de desenvolvimento (MIDGLEY *et al.*, 2010). Já o IPM máximo, comparando a flutuação de espécies ao longo do processo de decomposição com a sucessão demonstrada em estudos realizados sob as mesmas condições (GOFF, 2001).

Ao visitarem matéria orgânica de origem animal em decomposição, os insetos estabelecem um padrão de presença/ausência ao longo do tempo de acordo com a preferência alimentar. Essa sucessão ecológica pode variar de acordo com fatores bióticos e abióticos, estágios de decomposição e área geográfica, uma vez que para cada região existe uma distribuição e abundância específica de sucessão da entomofauna cadavérica (SMITH, 1986; OLIVEIRA-COSTA, 2003).

No Brasil, a EF avança gradativamente e a perspectiva para o futuro é que esta ciência possa subsidiar grande contribuição científica às perícias criminais realizadas em todo território nacional (PUJOL-LUZ *et al.*, 2008; MARTINS, 2009). Entretanto, muitas regiões ainda carecem de estudos experimentais que ampliem o conhecimento da fauna e biologia dos insetos necrófagos para aplicação da EF em casos policiais do país (OLIVEIRA-COSTA *et al.*, 2001; AMENDT *et al.*, 2007).

Para aplicabilidade da entomologia em investigações criminais, se faz necessário o levantamento prévio de informações básicas sobre a entomofauna regional. Desse modo, é de suma importância o conhecimento sobre a história natural das espécies associadas a matéria orgânica animal em decomposição através de estudos experimentais desenvolvidos em diferentes regiões do país. Considerando a grande diversidade fitofisionômica presente em todo território brasileiro, estudos que fomentem o banco de dados sobre a ocorrência das espécies necrófagas em diferentes regiões (i.e., listas faunísticas regionais) são indispensáveis para o uso da EF como ferramenta elucidativa em casos criminais locais (AMENDT *et al.*, 2007). Conforme comentado por Pujol-Luz *et al.* 2008 espécies com potencial forense em uma área geográfica não indicam, necessariamente, o mesmo valor em outra.

Nesse sentido, este trabalho constitui uma abordagem pioneira que objetivou reconhecer as espécies de insetos da ordem Coleoptera de importância forense associadas a carcaças de suínos em decomposição em uma área de transição Cerrado-Amazônia na região norte do estado do Tocantins.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Entomologia forense

A entomologia constitui um vasto e diversificado campo de estudos sobre os insetos e sua interação com alimentos, habitações e construções, bem como a saúde humana e o meio ambiente (OLIVEIRA-COSTA, 2003). Dentro da entomologia, está a EF, que é a aplicação do estudo dos insetos na solução de casos criminais e disputas judiciais (PUJOL-LUZ *et al.*, 2008).

A EF pode ser utilizada em assuntos que se referem a investigação de tráfico de entorpecentes, contaminação de materiais e produtos estocados, danos imobiliários, maus tratos, morte violenta e outros casos de caráter judicial. Dessa forma, pode-se subdividir a EF em três subáreas: urbana, de produtos armazenados e médico legal (SANTANA; VILAS BOAS, 2012; LORD; STEVENSON, 1986).

Urbana: está associado às ações cíveis incluindo a presença de insetos em bens culturais, imóveis ou estruturas (ROMANA, *et al.*, 2012). Um bom exemplo seria o do comprador de um imóvel que, pouco tempo após a compra, descobre que ele se encontra infestado por cupins e culpabiliza o vendedor pelo seu prejuízo. A EF pode ajudar a responder se a infestação ocorreu antes ou depois da aquisição do imóvel pelo inquilino (ROMANA, *et al.*, 2012).

Produtos armazenados: refere-se à contaminação de produtos comerciais armazenados em estoque. O comprador de um lote de alimento infestado por insetos pragas pode requerer do vendedor uma compensação pelo prejuízo. O desafio para a EF está em determinar quando ocorreu a infestação (ROMANA, *et al.*, 2012).

Médico-legal: diz respeito a casos de morte violenta (crime contra pessoas). Nesse caso, a principal contribuição da EF é estimar o intervalo pós morte (ROMANA, *et al.*, 2012).

Segundo Baltazar *et al.* (2011), os primeiros relatos da aplicação da metodologia forense remontam o ano 1235, na China. O caso se tratava do homicídio de um lavrador que foi degolado com auxílio de uma foice e para elucidação do mesmo, o investigador obrigou que todos os outros lavradores da localidade trouxessem suas foices e posicionassem-nas sobre o chão, ao ar livre, a fim de que aquela utilizada no assassinato fosse identificada pelos insetos atraídos por vestígios

de sangue do cadáver presentes na lâmina. Mais tarde assim, como previsto houve a sobreposição de moscas sobre uma ferramenta específica, o investigador concluiu então esta teria sido a foice usada na execução do crime, o caso foi resolvido e legitimado após confissão do homicida (PUJOL-LUZ *et al.*, 2008).

Contudo, essa ciência só foi de fato reconhecida e utilizada nas últimas décadas, evidenciando o grande valor de suas aplicações para a perícia e investigação criminal, principalmente por propiciar dados fundamentais em situações onde não há testemunhas humanas.

O crescimento e aperfeiçoamento da EF no Brasil tem sido viabilizado pela sólida tradição nacional no estudo de insetos das ordens Diptera e Coleoptera, isso porque esses insetos foram extensamente estudados por profissionais de diversas áreas do conhecimento (PUJOL-LUZ *et al.*, 2008).

2.2 Coleoptera na entomologia forense

A ordem Coleoptera constitui o grupo de seres vivos mais abundante da Terra, contendo cerca de 400 mil espécies descritas em todo o mundo, o que equivale a 40% dos insetos e 30% de todos os animais, aproximadamente (GULLAN; CRANSTON, 2010). No Brasil, cerca de 28 mil espécies já estão catalogadas com destaque para representantes necrófagos e predadores (CASARI; IDE, 2012). Para Hanski (1987), o sucesso desta ordem pode ser atribuído principalmente à presença de élitros e a variedade de hábitos alimentares encontrados na família, o que favorece a conquista dos mais diversos ambientes no decorrer da evolução.

Para os estudos entomológicos de cunho forense, os besouros compõem o segundo grupo de maior interesse e pertencem em sua maioria às famílias Silphidae, Dermestidae, Cleridae, Histeridae, Scarabaeidae e Trogidae (OLIVEIRA-COSTA, 2008; MISE *et al.*, 2007; CATTS; GOFF, 1992). Entretanto, de acordo com a temperatura e o bioma, a presença/ausência das espécies pode variar em escala temporal. Desse modo, estudos experimentais são necessários em diferentes regiões do país para que o entendimento da história natural desses insetos possa contribuir na elucidação de casos criminais em cada região estudada.

Quando a decomposição se encontra em estágio avançado, a colonização de besouros aumenta e mediante análise do seu padrão de sucessão estes insetos constituem uma das principais ferramentas para determinação do IPM (CATTS;

GOFF, 1992). Segundo Crowson (1981) a preferência dos besouros por estágio tardios de decomposição se deu através de uma adaptação evolutiva para evitar competição direta com as moscas (Diptera), que apresentam preferência pelos estágios iniciais (CROWSON, 1981; OLIVEIRA-COSTA, 2011)

No Brasil, estudos relacionados ao conhecimento da entomofauna cadavérica de coleóptera ainda são discretos quando comparados a ordem Diptera (ALMEIDA *et al.*, 2015). Mesmo com tamanha diversidade biológica no país, ainda se prevalece uma carência de informações quanto a distribuição e biologia de espécies de besouros necrófagos que visitam carcaças em decomposição, principalmente em regiões pouco exploradas do território brasileiro, como a região norte do país (PUJOL-LUZ *et al.*, 2008).

2.3 Decomposição cadavérica

A decomposição da matéria orgânica de origem animal se inicia logo após sua morte, sendo realizada pela atividade de microrganismos decompositores e insetos necrófagos, que colonizam o cadáver para nutrição, reprodução e abrigo. A duração do processo depende especialmente das condições climáticas e sazonais, da entomofauna cadavérica e da quantidade de massa corporal que a carcaça/cadáver possui (PAYNE, 1965). Os estágios de decomposição variam em número e denominação de acordo com o autor (MARQUES, 2008).

A classificação mais usada em regiões de clima tropical é a de Bornemissza (1957) que se divide em cinco estágios denominados em:

I. Estágio fresco: equivalente a primeira fase da decomposição e caracterizado pela atividade intensa da microbiota que residia no interior do organismo antes da sua morte. O cadáver se apresenta fresco e sem alterações externas.

II. Estágio de putrefação ou inchaço: seguido do estágio fresco, indica o inchaço excessivo da carcaça com o acúmulo de gases que foram liberados durante a decomposição interna de microrganismos presentes nos tecidos e fluidos do corpo. Nessa fase, é possível verificar que o cadáver adquire uma cor esverdeada e libera odores fétidos.

III. Estágio de putrefação escura ou decomposição ativa: iniciado com o rompimento do corpo em razão do inchaço e, subsequente abertura dos orifícios que

evidenciam tecidos escuros e viscosos. Devido a ruptura corporal os gases escapam e os odores nessa fase se intensificam.

IV. Estágio de fermentação ou decomposição avançada: marcado pelo início da secagem dos tecidos externos da carcaça com predominância de tecidos moles internamente.

V. Estágio seco ou final: caracterizado pela presença de ossos e cartilagens secas e pela redução da velocidade do processo de decomposição, constitui o último estágio.

Vale ressaltar que cada período da decomposição cadavérica fornece condições adequadas para diferentes grupos de insetos, logo estes se sucedem de modo particular no decorrer dos estágios. Por esse motivo, estudos relacionados aos padrões de sucessão e conhecimento das espécies necrófagas auxilia na determinação do IPM de um cadáver (MACARI, 2011; LECHETA, 2009).

2.4 Sucessão da entomofauna de importância forense

Durante o processo de decomposição cadavérica os insetos estabelecem um padrão de sucessão que se define de acordo com a preferência das espécies por estágios específicos da decomposição, que constituem condições ideais para seu desenvolvimento (SMITH, 1986). O padrão sucessional se altera de região para região e depende do tamanho do corpo da vítima e de variáveis ambientais e geográficas. Em investigações criminais, a sucessão pode ser altamente informativa, possibilitando dados valiosos que auxiliam na determinação do intervalo entre a morte e período em que o cadáver foi encontrado (SMITH, 1986; BYRD; CASTNER, 2001; OLIVEIRA-COSTA, 2011; MISE *et al.*, 2007).

Alguns representantes da ordem Coleoptera colonizam o cadáver para desenvolvimento de seus estágios imaturos e adultos (MIRA; FRANCISCO, 2009). Destes, a maioria possui como vantagem competitiva a capacidade de ingerir partes mais rígidas e secas da carcaça em função de suas estruturas bucais e adaptações no trato digestório, sendo mais abundantes no estágio final da decomposição, que corresponde ao período de predominância de ossos e cartilagens com o esgotamento dos tecidos moles (SEGURA *et al.*, 2011).

Segundo Smith (1986) os insetos associados ao cadáver durante o processo de decomposição podem ser classificados em quatro tipos diferentes de acordo com seu hábito alimentar:

I. Insetos necrófagos: compreende os insetos adultos ou imaturos que se alimentam diretamente da carcaça, sendo os mais utilizados na estimativa do IPM, bem como, os coleópteros das famílias Scarabaeidae, Silphidae, Trogidae, Cleridae e Dermestidae (OLIVEIRA-COSTA, *et al.*, 2008).

II. Insetos onívoros: compreende os insetos que se alimentam da carcaça e da fauna cadavérica associada, como os besouros adultos da família Silphidae (OLIVEIRA-COSTA, *et al.*, 2008).

III. Insetos predadores ou parasitas: são insetos predadores aqueles que se alimentam das formas imaturas de insetos necrófagos e são insetos parasitas aqueles que se associam a fauna colonizadora para retirada de nutrientes necessários ao seu desenvolvimento. Este grupo é representado por coleópteros da família Silphidae, Staphylinidae e Histeridae (OLIVEIRA-COSTA, *et al.*, 2008).

IV. Insetos acidentais: compreende os insetos que visitam a carcaça casualmente como extensão do seu habitat a procura de abrigo para pouso ou postura, como os besouros das famílias Chrysomelidae, Curculionidae, Elateridae e Lampyridae (OLIVEIRA-COSTA, *et al.*, 2008; SMITH, 1986).

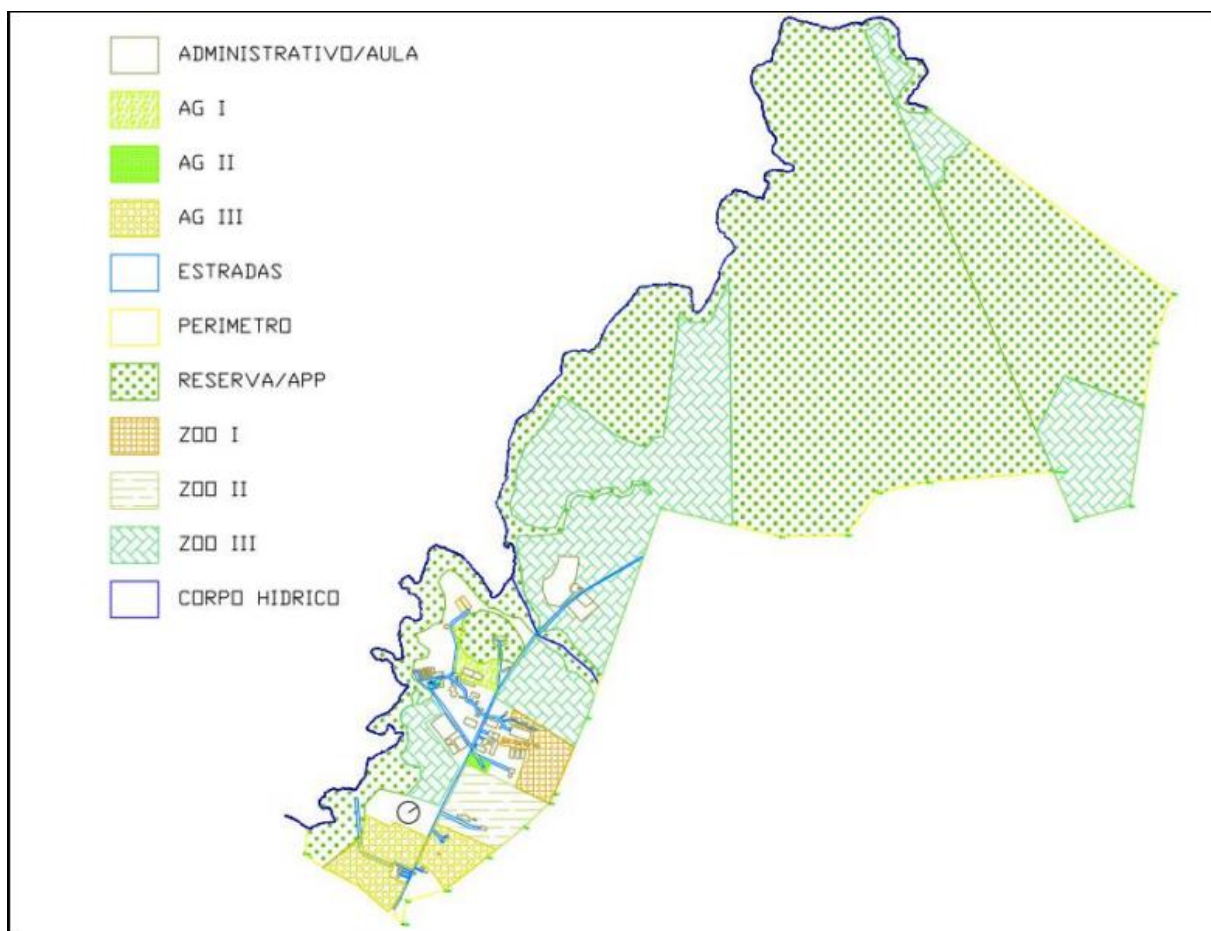
3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área de estudo

O experimento foi realizado em um fragmento de Reserva Legal do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - *Campus Araguatins*, situado em uma área rural a 5 km da cidade, no povoado Santa Tereza. Esta reserva foi representada por Maranhã *et al.* (2014), em um mapa temático da fazenda experimental do IFTO através de pontos verdes que indicam a vegetação (Figura 1). A área pertence a uma floresta de transição Amazônica/Cerrado de 28,03 hectares com vegetação natural e densa, caracterizada como um ecótono em razão do contato entre dois biomas: Floresta Amazônica e Cerrado (VIDOTTO *et al.*, 2007, SOUZA *et al.*, 2019). O local foi selecionado por ser afastado e protegido da circulação de pessoas não autorizadas que poderiam interferir no resultado da pesquisa, além disso, por ser uma área erma não importunava a população local com os odores fétidos produzidos por gases oriundos do processo de decomposição do modelo animal utilizado (OLIVEIRA-COSTA, 2011).

O clima regional, segundo a classificação de Köppen-Geiger é quente e úmido (Aw), com temperaturas que variam de 24°C a 30°C e precipitação anual média de 1.500 mm. Além disso, a região é definida por uma estação seca (maio a outubro) e outra chuvosa (novembro a abril) (ARAÚJO *et al.*, 2008; CARVALHO; XAVIER; ARRUDA, 2011).

Figura 1 - Mapa temático de localização da reserva legal do IFTO – *Campus Araguatins*.



Fonte: MARANHA *et al.* (2014).

3.2 Modelo animal

Para o estudo, foram utilizadas duas fêmeas suínas da espécie *Sus scrofa* (Linnaeus, 1758) pesando 16,5 e 17,5 kg, obtidas na granja do IFTO, *Campus Araguatins*. Os animais foram mortos por disparos com arma de fogo calibre .38 na região occipital, uma vez que não é permitido a utilização de nenhum tipo de analgesia/anestesia para eutanásia do animal, pois os químicos utilizados podem alterar a fauna estudada (MARTINS, 2009). O suíno é selecionado como animal modelo por apresentar semelhanças com os humanos quanto à constituição dérmica e relação entre torso e membros (CATTS; GOFF, 1992; MATUSZEWSKI *et al.*, 2020).

A ação foi realizada por um policial efetivo da Polícia Civil do Estado do Tocantins sob supervisão de um médico veterinário. Os procedimentos experimentais com a utilização de modelo animal tiveram anuência do Comitê de Ética para Uso de Animais – CEUA/IFTO sobre processo SEI 23233.016453/2021-52.

3.3 Instalação do experimento

O método empregado nesta pesquisa é uma adaptação de Monteiro-Filho e Penereiro (1987), onde após a morte, os suínos são transferidos para uma área de estudo predeterminada. Depois disso, posicionados separadamente a 44 m de distância entre si - sob as coordenadas 5°38.161' S e 48°03.687' W e 5°38.138' S e 48°03.679' W, respectivamente - dentro de gaiolas (suspensas a 15 cm do solo). Estas foram confeccionadas em madeira com dimensões de 1 × 1 m e circundadas com tela de metal que dificultavam a entrada de predadores e carniceiros de grande porte, favorecendo somente a circulação dos insetos (Figura 2).

Figura 2 - Gaiola usada no experimento para acomodação das carcaças de *Sus scrofa* L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).



Fonte: Autora.

Abaixo de cada gaiola foi enterrada, ao nível do solo, uma bandeja com serragem para possibilitar a retenção de adultos e imaturos da fauna atraída pela carcaça. Além disso, também foram instaladas quatro armadilhas do tipo pitfall que corresponde a recipientes plásticos com abertura superior (nesse caso, de 500 ml e 13 cm de diâmetro) contendo água e detergente. Elas foram enterradas a um metro da carcaça no nível do solo e ordenados ao redor da mesma com equidistância de um metro entre si para captura dos insetos de solo.

Do mesmo modo, na parte superior de cada gaiola foi instalada uma armadilha entomológica do tipo suspensão modificada (Figura 3) para captura de insetos alados na fase adulta, produzida com tecido (organza branco) e posicionada em forma de funil invertido cobrindo a gaiola. Na extremidade superior da armadilha foi posicionado uma fenda no tecido para fixação de um pote aberto contendo água e detergente, a fim de capturar os insetos.

Figura 3 - Armadilha entomológica do tipo suspensão modificada utilizada para coleta de insetos alados associados à decomposição de carcaças de *Sus scrofa* L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).



Fonte: Autora.

No local de experimento também foram instalados um termômetro higrômetro digital com sensor externo para medir diariamente a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar. Registros fotográficos da carcaça foram realizados diariamente e no mesmo período do dia durante todo o processo de decomposição.

3.4 Amostragem da coleopterofauna e criação em laboratório

As coletas foram realizadas todas as manhãs até o final do experimento, tendo início em 24 horas após a morte dos animais modelos (dia 01). Os coleópteros

adultos foram coletados *in loco* e os imaturos transferidos para o laboratório de pesquisa.

Os espécimes foram coletados com auxílio de luvas ou colheres plásticas descartáveis diretamente da carcaça, dos orifícios (i.e., narinas, orelhas, vagina, ânus e orifício causado pelo disparo da arma de fogo), das pitfalls, da bandeja com serragem e da armadilha entomológica do tipo suspensão modificada. As coletas em campo foram realizadas em intervalos de 24 horas enquanto existisse tecidos animais que permitam a colonização da fauna almejada. Depois, com o início do estágio seco, com intervalos de coleta de 48 horas.

Após a coleta em campo, os insetos foram armazenados em recipientes plásticos devidamente identificados com informações sobre dia e método de coleta e, posteriormente levados para o laboratório. Os coleópteros adultos foram conservados em álcool a 70% e os imaturos acondicionados em potes plásticos cobertos com organza contendo terra, serragem e carne (Figura 4) para emergirem segundo a metodologia de Marchiori *et al.* (2000). A criação em laboratório se manteve, em carácter observacional diário e reposição de alimentos, até que todos os insetos coletados emergissem.

Figura 4 - Potes plásticos cobertos com tecido para criação de imaturos em laboratório, no município de Araguatins, TO.



Fonte: Autora.

3.5 Identificação dos espécimes

A identificação taxonômica da fauna de Coleoptera com importância forense contou com auxílio de chaves dicotômicas de Celli *et al.* (2015), Bello (2014), Almeida e Mise (2009) e com a participação do especialista Dr. Vinícius da Costa-Silva pesquisador associado da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). No processo, os insetos foram contabilizados e identificados até o menor nível possível, sendo posteriormente depositados na Seção de Entomologia da Coleção Zoológica da Universidade Federal de Mato Grosso (CEMT/UFMT), *campus* Cuiabá.

3.6 Identificação da duração dos estágios de decomposição

A identificação dos estágios de decomposição seguiu a proposta de Bornemissza (1957) que se divide em cinco estágios conforme pormenorizado no item 2.3: Estágio I – fresco; Estágio II – putrefação ou inchaço; Estágio III – putrefação escura ou decomposição ativa; Estágio IV - fermentação ou decomposição avançada; Estágio V – seco ou final. Além disso, para facilitar o reconhecimento das fases, foram realizadas anotações e registros fotográficos das carcaças diariamente.

3.7 Dados climáticos

Os dados climatológicos foram mensurados com o auxílio de dois termômetros: um externo, localizado próximo às carcaças, e outro interno, dentro do laboratório junto aos potes de criações dos imaturos coletados.

3.8 Análise de dados

Para o levantamento da entomofauna de Coleoptera que habita carcaças em decomposição na região norte do estado do Tocantins foi realizada a análise faunística em cada modelo animal (URAMOTO *et al.*, 2005), considerando as medidas de abundância (equivalente ao número absoluto de espécimes coletados) e frequência relativa (porcentagem de indivíduos de uma mesma espécie com relação ao total de indivíduos coletados). Para determinação da frequência utilizou-se a

equação: $F = (n/N) \times 100$, onde n corresponde ao número de exemplares de cada família de besouro coletada e N ao número total de exemplares coletados no experimento.

Para análise do padrão de sucessão estabelecido pelos insetos da ordem Coleoptera considerou-se a preferência das espécies por estágios específicos, marcada pela presença/ausência das mesmas ao longo do processo de decomposição das carcaças (SMITH, 1986).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Decomposição das carcaças e condições climáticas

No processo de decomposição das carcaças foram identificados os cinco estágios conforme proposto por Bornemissza (1957): fresco, de putrefação, de putrefação escura, de fermentação e seco. O estágio fresco iniciou após a morte dos animais e se estendeu até o 2º dia de experimento, precedendo quaisquer alterações externas observáveis (Figura 5).

Figura 5 - Estágio fresco observado em carcaças de *Sus scrofa* L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).



Fonte: Autora.

O estágio de putrefação ocorreu exclusivamente no 3º dia, quando as carcaças apresentaram coloração esverdeada e inchaço resultante do acúmulo de gases liberados internamente (Figura 6).

Figura 6 - Estágio de putrefação observado em carcaças de *Sus scrofa* L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).



Fonte: Autora.

O estágio de putrefação escura foi observado do 4º ao 5º dia, evidenciando rupturas nas carcaças em razão do inchaço excessivo e expulsão de dejetos (líquidos, fezes e urina), seguido da redução do volume corporal pelo escape de gases formados e exposição de tecidos escuros (Figura 7).

Figura 7 - Estágio de putrefação escura observado em carcaças de *Sus scrofa* L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).



Fonte: Autora.

O estágio de fermentação manteve-se do 6º ao 10º dia, sendo caracterizado pela secagem dos tecidos externos e degradação da maior parte da carne dos animais (Figura 8).

Figura 8 - Estágio de fermentação observado em carcaças de *Sus scrofa* L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).



Fonte: Autora.

O estágio seco teve início a partir do 11º após a morte dos animais e foi acompanhado até do 31º dia, definido pelos restos de ossos e cartilagens (Figura 9).

Figura 9 - Estágio seco observado em carcaças de *Sus scrofa* L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).



Fonte: Autora.

A decomposição ocorreu simultaneamente à estação chuvosa da região, entre novembro e dezembro de 2021, totalizando 31 dias. O intervalo e a duração de cada estágio estão detalhados na Tabela 1.

Tabela 1 – Duração e intervalo (em dias) dos cinco estágios de decomposição das carcaças de *Sus scrofa* L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).

ESTÁGIOS DE DECOMPOSIÇÃO	DIA PÓS MORTE	DURAÇÃO
I. Fresco	1º ao 2º dia	2 dias
II. Putrefação	3º dia	1 dia
III. Putrefação Escura	4º ao 5º dia	2 dias
IV. Fermentação	6º ao 10º	5 dias
V. Seco	11º acompanhado até o 31º dia	21 dias

Fonte: Autora.

As médias das temperaturas mínimas e máximas registradas em campo durante o experimento foram 29,2°C e 26,2°C, respectivamente. Já os valores médios de umidade relativa do ar foram de 89 e 88%.

4.2 Coleopterofauna colonizadora

A ordem Coleoptera foi representada por 17 famílias, resultando em um total de 491 besouros, dos quais 462 (94,1%) apresentavam potencial forense por pertencerem a famílias que estão comumente associadas a matéria orgânica animal em decomposição (SMITH, 1986): Staphylinidae, Hybosoridae, Histeridae, Scarabaeidae, Trogidae, Cleridae, Dermestidae, Carabidae, Hydrophilidae e Leiodidae (Tabela 2).

Tabela 2 – Abundância, frequência relativa e riqueza dos coleópteros pertencentes a famílias de interesse forense, coletados em carcaças de *Sus scrofa* L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).

FAMÍLIAS DE INTERESSE FORENSE	ABUNDÂNCIA	FREQUÊNCIA RELATIVA
Staphylinidae	216	43,99%
<i>Xenopygus analis</i> (Erichson, 1840)	49	9,98%
Staphylinidae sp.	167	34,01%
Hybosoridae	92	18,74%
<i>Chaetodus</i> sp.	92	18,74%
Histeridae	58	11,81%
<i>Operclipygus</i> sp.	1	0,20%

<i>Hister</i> sp.	21	4,28%
<i>Euspilotus</i> sp1.	35	7,13%
<i>Euspilotus</i> sp2.	1	0,20%
Scarabaeidae	40	8,15%
<i>Eurysternus caribaeus</i> (Herbst, 1789)	9	1,83%
<i>Eurysternus nigrovirens</i> (Génier, 2009)	3	0,61%
<i>Ataenius</i> sp1.	2	0,41%
<i>Ataenius</i> sp2.	4	0,81%
<i>Ataenius</i> sp3.	1	0,20%
<i>Ataenius striguicauda</i> (Bates, 1887)	2	0,41%
<i>Ataenius impiger</i> (Schmidt, 1916)	1	0,20%
<i>Dichotomius cuprinus</i> (Felsche, 1901)	8	1,63%
<i>Dichotomius</i> sp.	1	0,20%
<i>Deltochilum</i> sp.	3	0,61%
<i>Pelidnota</i> sp.	1	0,20%
<i>Canthidium</i> sp.	5	1,02%
Trogidae	32	6,52%
<i>Omorgus suberosus</i> (Fabricius, 1775)	32	6,52%
Cleridae	9	1,83%
<i>Necrobia rufipes</i> (De Geer, 1775)	9	1,83%
Dermestidae	8	1,63%
<i>Dermestes maculatus</i> (De Geer, 1774)	8	1,63%
Carabidae	4	0,81
<i>Brachygnathus</i> sp.	1	0,20%
Carabidae sp.	3	0,61%
Hydrophilidae	2	0,41%
<i>Epimetopus</i> sp.	2	0,41%
Leiodidae	1	0,20%
<i>Dissochaetus</i> sp.	1	0,20%
TOTAL DE INDIVÍDUOS	462	94,10%

Fonte: Autora.

Ao passo que 29 besouros (5,9%) foram classificados como acidentais, pois estavam distribuídos em famílias que não possuem relação com a fauna cadavérica (MARINONI *et al.* 2001), sendo elas: Chrysomelidae, Cryptophagidae, Curculionidae, Lampyridae, Elateridae, Scolytidae e Mordellidae (Tabela 3).

Tabela 3 – Abundância e frequência relativa dos coleópteros acidentais, coletados em carcaças de *Sus scrofa* L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).

FAUNA ACIDENTAL	ABUNDÂNCIA	FREQUÊNCIA RELATIVA
Chrysomelidae	17	3,46%
<i>Chrysomelidae</i> sp1.	8	1,63%
<i>Chrysomelidae</i> sp2.	4	0,81%
<i>Chrysomelidae</i> sp3.	1	0,20%
<i>Chrysomelidae</i> sp4.	1	0,20%
<i>Chrysomelidae</i> sp.	3	0,61%
Cryptophagidae	3	0,61%
Curculionidae	5	1,02%
Lampyridae	1	0,20%
Elateridae	1	0,20%
Scolytidae	1	0,20%
Mordellidae	1	0,20%
TOTAL DE INDIVÍDUOS	29	5,91%

Fonte: Autora.

Staphylinidae foi a família mais abundante com 216 espécimes, perfazendo 44% dos besouros coletados, seguida por Hybosoridae com 92 (18,7%) e Histeridae com 58 (11,8%). Já as famílias que apresentaram maior riqueza foram Scarabaeidae, com 12 espécies, e Histeridae, com 4 espécies (Tabela 2).

A abundância elevada observada na fauna de coleópteros de importância forense desta pesquisa (94,1%) em detrimento da fauna acidental (5,9%) se assemelha aos trabalhos de Mise *et al.* (2007) e de Santos (2012), cujos besouros de interesse forense representaram, respectivamente, 93% e 98,7% do total de espécimes coletados.

4.2.1 Famílias de interesse forense

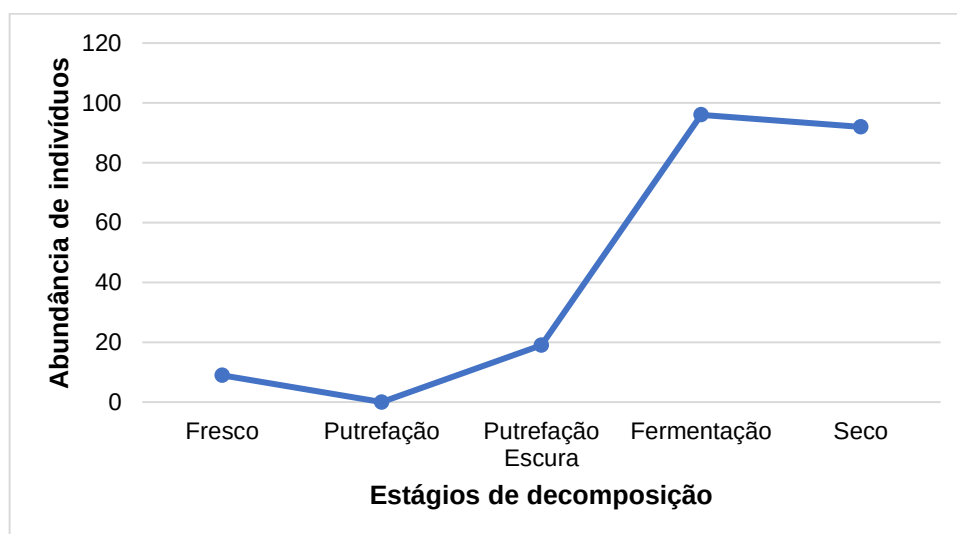
4.2.1.1 Staphylinidae

Foi a família com maior abundância de indivíduos, sendo encontrada em praticamente todos os estágios de decomposição, com exceção do estágio de

putrefação. Em experimentos de mesmo objetivo, como o realizado por Rosa e colaboradores (2011), em Minas Gerais, no Cerrado, Staphylinidae também se destacou como a mais abundante. Além disso, em levantamentos de entomologia forense esta família apresenta a maior riqueza de espécies associados a carcaças em decomposição (MISE *et al.*, 2010; OLIVEIRA-COSTA, 2011; JUK, 2013).

Durante o processo de decomposição os Staphylinidae se alimentam de insetos atraídos pela carcaça e principalmente de larvas e ovos de dípteros (MARINONI *et al.*, 2001), por esta razão a distribuição destes besouros ao longo dos estágios foi bastante variável, com diferenças de abundância significativas no estágio de fermentação, que dispõe grande quantidade de imaturos de dípteros, e no estágio seco, que se estendeu por vários dias e compreende o período de maior colonização dos coleópteros (Figura 10) (SEGURA *et al.*, 2011).

Figura 10 - Abundância da família Staphylinidae ao longo dos estágios de decomposição das carcaças de *Sus scrofa* L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).



Fonte: Autora.

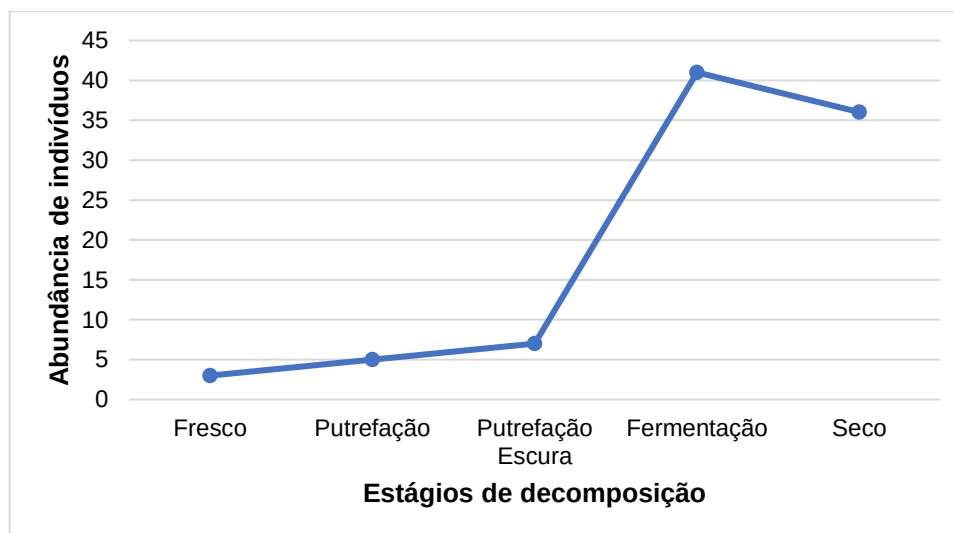
Neste experimento, a maioria dos estafilinídeos foram identificados apenas até o nível de família, sendo apenas um morfotipo identificado até nível específico (*Xenopygus analis* Erichson, 1840, com 49 exemplares) (Tabela 2). Essa espécie foi observada no 4º dia após a morte dos animais, início do estágio de putrefação escura e manteve-se até o final do experimento. Mise *et al.* (2007) afirma que besouros deste gênero não foram encontrados em Curitiba durante o levantamento da fauna de Coleoptera associada a carcaças em decomposição.

4.2.1.2 Hybosoridae

Foi a segunda maior família em ordem de abundância, representada por 92 indivíduos do gênero *Chaetodus* (Tabela 2). Estes besouros utilizaram as carcaças em decomposição como sua fonte primária de alimento (SCAGLIA, 2014). Corrêa (2010), no Paraná, e Costa-Silva *et al.* (2017), Rio Grande do Sul, também classificaram Hybosoridae como uma família de interesse forense ao levantar a fauna de Coleoptera associada a carcaças de coelhos e roedores, respectivamente.

Os Hybosoridae foram encontrados em todos os estágios de decomposição, apresentando pico de abundância a partir do estágio de fermentação (Figura 11), assim como ocorre com a maioria dos outros coleópteros que em razão da habilidade de escavar dos adultos e do sistema sensorial e locomotor bem desenvolvido das larvas, alcançam recursos alimentares não acessíveis aos Diptera (SEGURA *et al.*, 2011; OLIVEIRA-COSTA, 2011).

Figura 11 - Abundância da família Hybosoridae ao longo dos estágios de decomposição das carcaças de *Sus scrofa* L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).



Fonte: Autora.

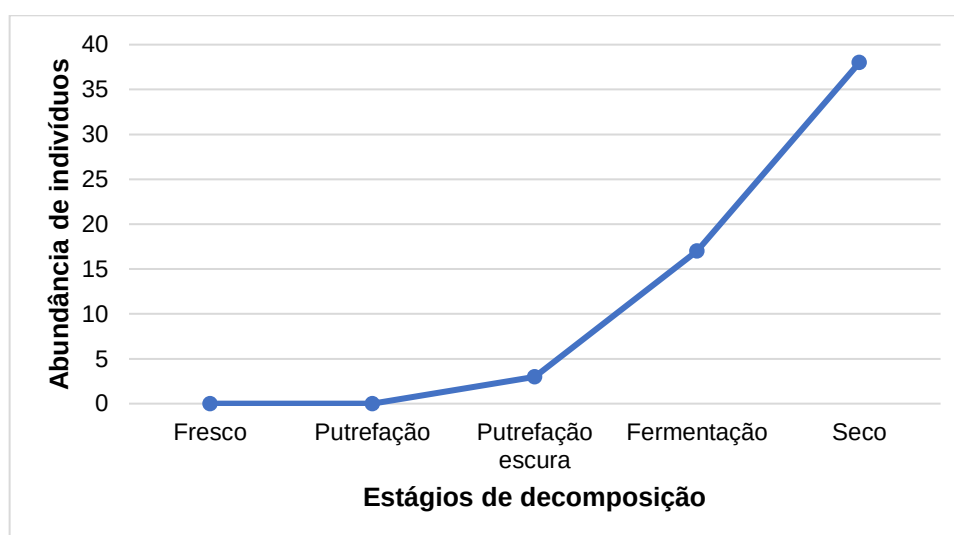
4.2.1.3 Histeridae

Histeridae foi a terceira maior família em abundância, com 58 besouros coletados que se distribuíram entre os gêneros *Euspilotus* (36), *Hister* (21) e *Operclipygus* (1) (Tabela 2). Não foram registrados nos dois primeiros estágios (fresco

e de putrefação) e, apesar de serem encontrados no estágio III, o número de indivíduos se intensificou apenas a partir da fase de fermentação, apresentando maior ocorrência no estágio seco (Figura 12).

Os histerídeos também apresentaram destaque em outros trabalhos de interesse forense, como o de Silva e Santos (2012) e Gaedke e Mouga (2013), onde foram classificados como os coleópteros mais abundantes em carcaças de coelho e porco, respectivamente. São classificados como predadores de larvas necrófagas e demonstraram preferência por áreas florestais (BAJERLEIN *et al.* 2011), o gênero *Euspilotus*, por exemplo, foi descrito na região Nordeste do Brasil por Vasconcelos e Araújo (2012) como sendo de ocorrência exclusiva em fragmentos de floresta.

Figura 12 - Abundância da família Histeridae ao longo dos estágios de decomposição das carcaças de *Sus scrofa* L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).



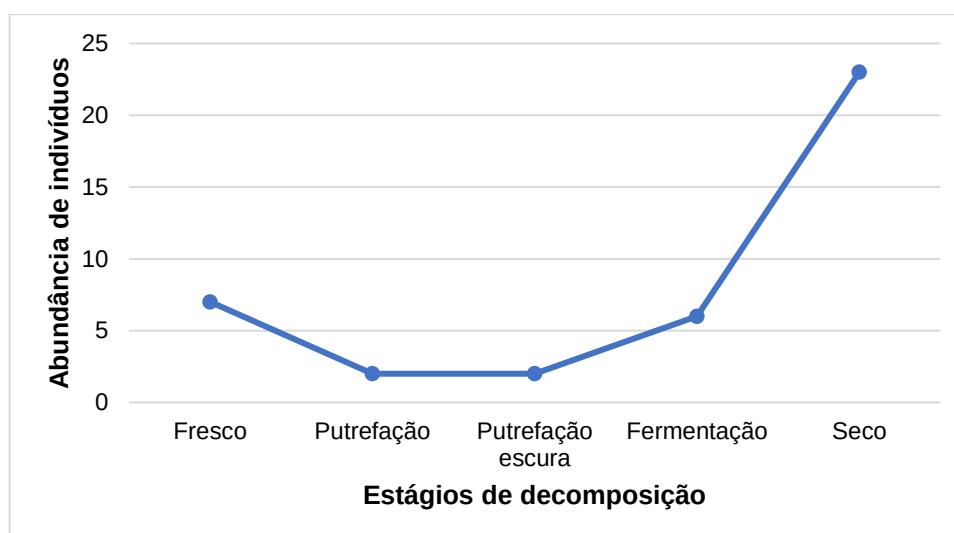
Fonte: Autora.

4.2.1.4 Scarabaeidae

Scarabaeidae foi a quarta maior em abundância e primeira em riqueza de espécies. A família Scarabaeidae não apresentou preferência por estágio de decomposição, colonizando as carcaças desde o estágio fresco até o seco (Figura 13). Os escarabeídeos são necrófagos com potencial forense, associados a carcaças em decomposição desde os primeiros trabalhos realizados na área (LUEDERWALDT, 1911; PESSOA; LANE, 1941).

Neste estudo foram amostradas 12 espécies de Scarabaeidae coletadas: *Eurysternus caribaeus* Herbst, 1789; *Eurysternus nigrovirens* Génier, 2009; *Ataenius* sp1.; *Ataenius* sp2.; *Ataenius* sp3.; *Ataenius striguicauda* Bates, 1887; *Ataenius impiger* Schmidt, 1916; *Dichotomius cuprinus* Felsche, 1901; *Dichotomius* sp.; *Deltochilum* sp.; *Pelidnota* sp. e *Canthidium* sp. (Tabela 2). *Eurysternus caribaeus* Herbst, 1789 e *Dichotomius cuprinus* Felsche, 1901 foram as espécies mais abundantes. Essa riqueza de besouros pertencentes a essa família também foi observada nos estudos de Rosa *et al.* (2011), Santos (2012) e Costa-Silva *et al.* (2017) que registraram, respectivamente, 14, 15 e 18 espécies.

Figura 13 - Abundância da família Scarabaeidae ao longo dos estágios de decomposição das carcaças de *Sus scrofa* L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).



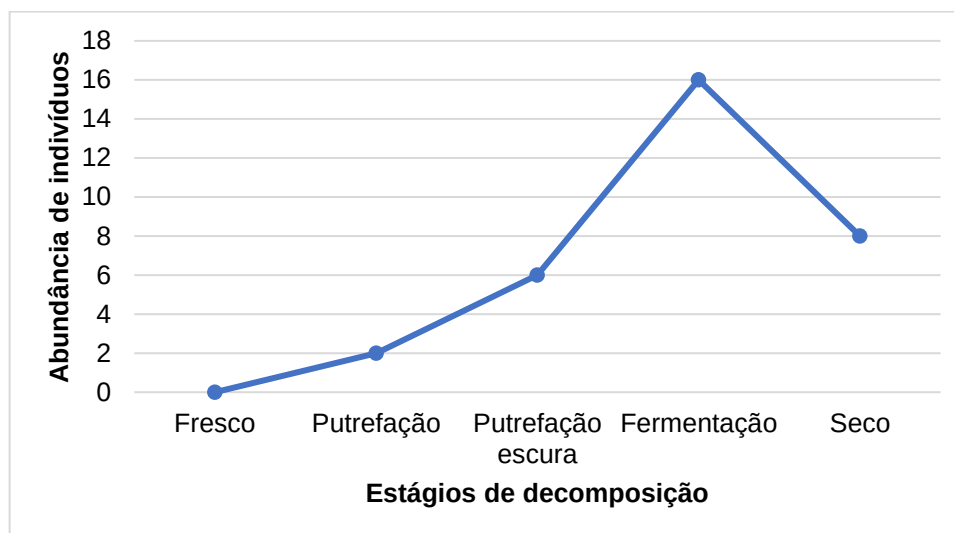
Fonte: Autora.

4.2.1.5 Trogidae

Família representada exclusivamente pela espécie necrófaga *Omorgus suberosus* Fabricius, 1775 (perfazendo 6,5% dos besouros coletados), com maior ocorrência nos dois últimos estágios da decomposição (Figura 14). Essa preferência da espécie pelas fases mais secas ocorre tanto em razão de sua nutrição quanto pela utilização dos restos pele na construção de câmaras usadas para depósito de seus ovos (SCAGLIA, 2014). *Omorgus suberosus* Fabricius, 1775 também foram registrados nos levantamentos forenses realizados por Juk (2013), em Santa Catarina;

Lira Júnior (2021), no Distrito Federal; Martins (2009), em São Paulo e Bó (2013), na Paraíba.

Figura 14 - Abundância da família Trogidae ao longo dos estágios de decomposição das carcaças de *Sus scrofa* L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).

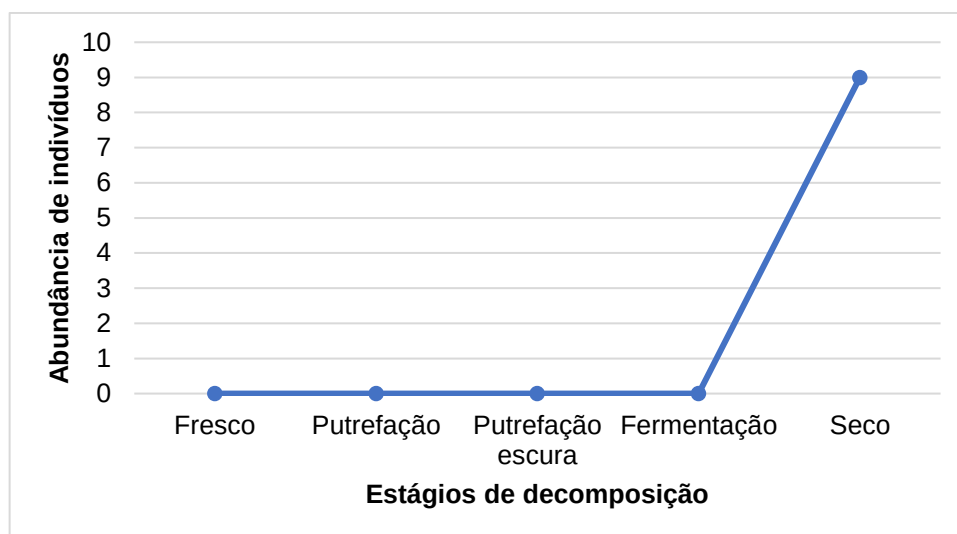


Fonte: Autora.

4.2.1.6 Cleridae

A família dos clerídeos foi representada pela espécie *Necrobia rufipes* De Geer, 1775, que demonstrou padrão definido de atratividade no estágio seco da decomposição (Figura 15). Os besouros dessa espécie são necrófagos e também atuam como predadores das larvas de *Dermestes* sp. (Dermestidae) e dípteros (SCAGLIA, 2014). Neste experimento a abundância não foi elevada, constituiu apenas 1,83% do total. Entretanto, em estudos de entomologia forense associado a carcaças em decomposição, *Necrobia rufipes* De Geer, 1775 é a espécie mais comum da família Cleridae, sendo de grande relevância para a área (MISE *et al.* 2007; ROSA *et al.* 2011; MAYER; VASCONCELOS, 2013).

Figura 15 - Abundância da família Cleridae ao longo dos estágios de decomposição das carcaças de *Sus scrofa* L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).



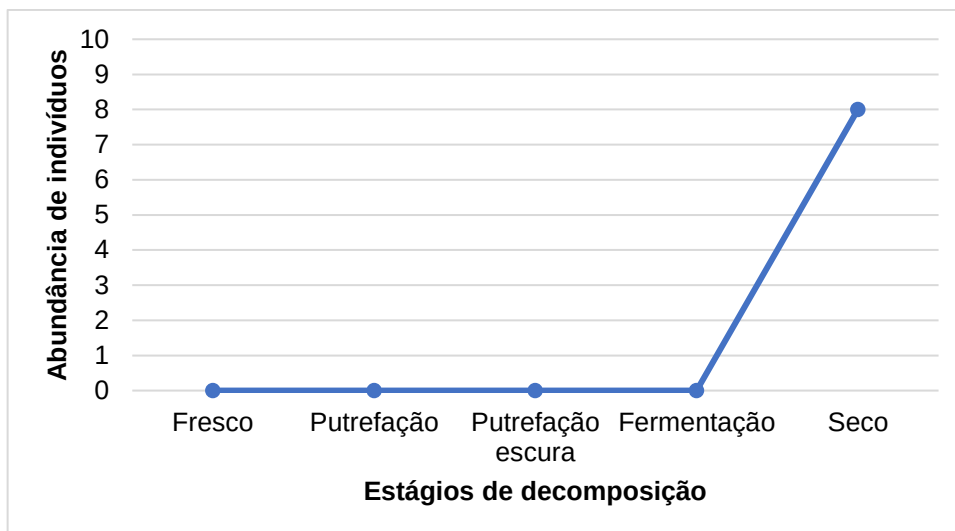
Fonte: Autora.

4.2.1.7 Dermestidae

A família Dermestidae foi representada por besouros necrófagos pertencentes a espécie *Dermestes maculatus* De Geer, 1774. Eles possuem distribuição cosmopolita e neste experimento foram encontrados exclusivamente no último estágio da decomposição (Figura 16) em razão de se alimentarem de pele seca e outros restos de animais (VARIO; MOURA, 2021).

No Brasil a ocorrência dessa espécie é bastante comum em carcaças de coelhos e suínos (SOUZA *et al.* 2008; ROSA *et al.*, 2011; SILVA; SANTOS, 2012; MAYER; VASCONCELOS, 2013). Além disso, nos estudos de Charabidze *et al.* (2014) *D. maculatus* foi registrado em 81 casos que envolviam cadáveres humanos na França. Schroeder *et al.* (2002), relatou a atividade de *D. maculatus*, acelerando o processo de esqueletização de um homem em apenas cinco meses (o que seria impossível sem a presença desses insetos).

Figura 16 - Abundância da família Dermestidae ao longo dos estágios de decomposição das carcaças de *Sus scrofa* L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).

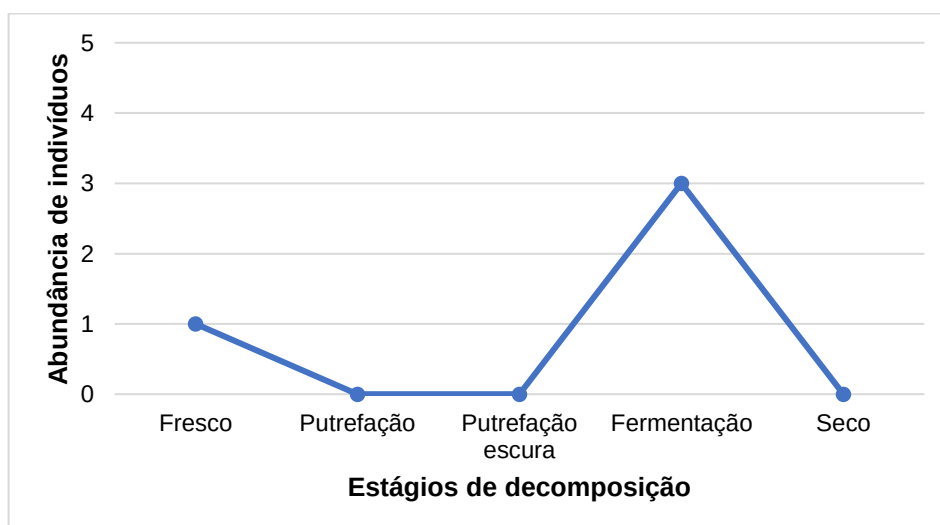


Fonte: Autora.

4.2.1.8 Carabidae

Família pouco abundante, constituída por apenas 4 espécimes: *Brachygnathus* (1) e *Carabidae* sp1. (3). Os carabídeos foram encontrados no estágio fresco e de fermentação (Figura 17), sua ocorrência nos estágios iniciais pode ser justificada pelo fato de que esses besouros são predadores de larvas de moscas (MARINONI *et al.* 2001).

Figura 17- Abundância da família Carabidae ao longo dos estágios de decomposição das carcaças de *Sus scrofa* L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).

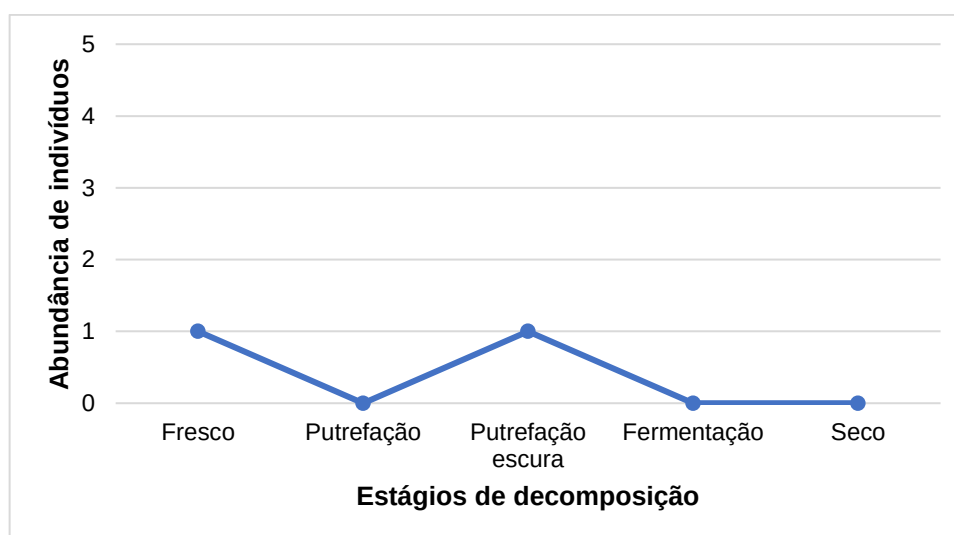


Fonte: Autora.

4.2.1.9 Hydrophilidae

Família representada por apenas dois exemplares do gênero *Epimetopus*, encontrados já no início do processo de decomposição das carcaças, no estágio fresco e de putrefação escura (Figura 18). Essa preferência também foi observada nos trabalhos de Mise *et al.* (2010) e de Forbes e Dadour (2009) que relataram o aparecimento de Hydrophilidae nos estágios iniciais da decomposição, pois se alimentavam de ovos e larvas de Diptera.

Figura 18 - Abundância da família Hydrophilidae ao longo dos estágios de decomposição das carcaças de *Sus scrofa* L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).

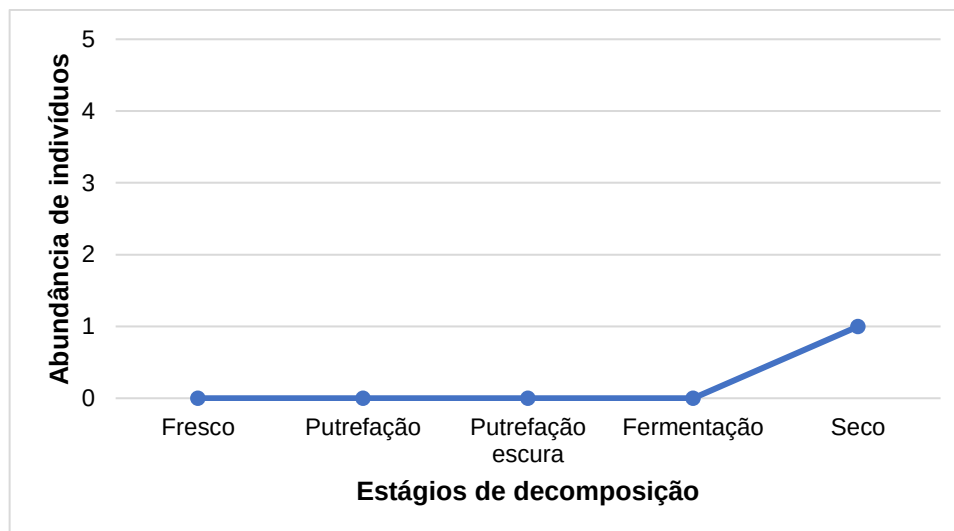


Fonte: Autora.

4.2.1.10 Leiodidae

Com apenas um exemplar coletado, a família Leiodidae foi caracterizada pela espécie saprófita *Dissochaetus* sp., sendo amostrada apenas no estágio seco da decomposição (Figura 19). Apesar de Smith (1986) considerar esta família como sendo de importância forense, poucos estudos relatam a ocorrência desses besouros em carcaças de animais e, quando relatam registram um baixo número de indivíduos, como é o caso dos trabalhos de Mise *et al.* (2007); Mise *et al.* (2010) e Velásquez (2008). Resultado diferente dos obtidos por Costa-Silva *et al.* (2017) que registrou 21 exemplares, na região Sul do Brasil.

Figura 19 - Abundância da família Leiodidae ao longo dos estágios de decomposição das carcaças de *Sus scrofa* L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).



Fonte: Autora.

4.2.3 Imaturos criados em laboratório

Os coleópteros imaturos coletados durante o trabalho de campo para criação em laboratório resultaram em um total de 31 indivíduos, que pertenciam as famílias Histeridae, Staphylinidae, Trogidae, Dermestidae e Scarabaeidae. As espécies criadas estão representadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Abundância de coleópteros adultos emergidos em laboratório durante experimento com carcaças de *Sus scrofa* L. no município de Araguatins, TO.

ESPÉCIES	ADULTOS EMERGIDOS
<i>Euspilotus</i> sp1. (Histeridae)	14
<i>Staphylinidae</i> sp. (Staphylinidae)	4
<i>Xenopygus analis</i> Erichson, 1840 (Staphylinidae)	2
<i>Omorgus suberosus</i> Fabricius, 1775 (Trogidae)	4
<i>Eurysternus caribaeus</i> Herbst, 1789 (Scarabaeidae)	1
<i>Eurysternus nigrovirens</i> Génier, 2009 (Scarabaeidae)	1
<i>Dermestes maculatus</i> De Geer, 1774 (Dermestidae)	4

Fonte: Autora.

4.3 Sucessão ecológica

Assim como já mencionado por Smith (1986), ao analisar a sucessão de besouros durante os estágios da decomposição foi possível verificar a preferência de algumas espécies por determinados estágios, os quais propiciam boas condições para sua nutrição, reprodução ou abrigo.

Nesta pesquisa, ao considerar as espécies de interesse forense foi possível perceber que *Dichotomius* sp. foi exclusiva do estágio fresco e *Ataenius impiger* Schmidt, 1916 do estágio de putrefação escura. Ao passo que no estágio seco, houve especificidade para onze espécies: *Operclipygus* sp.; *Hister* sp.; *Euspilotus* sp2.; *Eurysternus nigrovirens* Génier, 2009; *Ataenius* sp1.; *Ataenius* sp3.; *Deltochilum* sp.; *Necrobia rufipes* De Geer, 1775; *Dermestes maculatus* De Geer, 1774; *Brachygnathus* sp. e *Dissochaetus* sp. (Tabela 5).

Além disso, analisando cada fase isoladamente, identifica-se que no estágio fresco, o padrão de presença foi estabelecido apenas por quatro espécies (*Chaetodus* sp.; *Dichotomius cuprinus* Felsche, 1901; *Dichotomius* sp. e *Epimetopus* sp.). A mesma riqueza foi observada na putrefação (*Chaetodus* sp.; *Eurysternus caribaeus* Herbst, 1789; *Pelidnota* sp. e *Omorgus suberosus* Fabricius, 1775). Enquanto que na putrefação escura houve a presença de sete espécies (*Xenopygus analis* Erichson, 1840; *Chaetodus* sp.; *Euspilotus* sp1.; *Ataenius striguicauda* Bates, 1887; *Ataenius impiger* Schmidt, 1916; *Omorgus suberosus* Fabricius, 1775 e *Epimetopus* sp.). Já na fase da fermentação houve a presença de oito espécies (*Xenopygus analis* Erichson, 1840; *Chaetodus* sp.; *Euspilotus* sp1.; *Eurysternus caribaeus* Herbst, 1789; *Ataenius* sp2.; *Dichotomius cuprinus* Felsche, 1901; *Canthidium* sp. e *Omorgus suberosus* Fabricius, 1775). Por fim, no estágio seco, *Epimetopus* sp.; *Pelidnota* sp.; *Dichotomius* sp. e *Ataenius impiger* Schmidt, 1916 foram as únicas espécies não encontradas.

Tabela 5 – Especificidade das espécies de coleópteros pertencentes a famílias de interesse forense, coletados em carcaças de *Sus scrofa* L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).

FAMÍLIAS	ESPÉCIES	ESTÁGIOS DA DECOMPOSIÇÃO				
		I	II	III	IV	V
Staphylinidae	<i>Xenopygus analis</i> Erichson, 1840			x	x	x

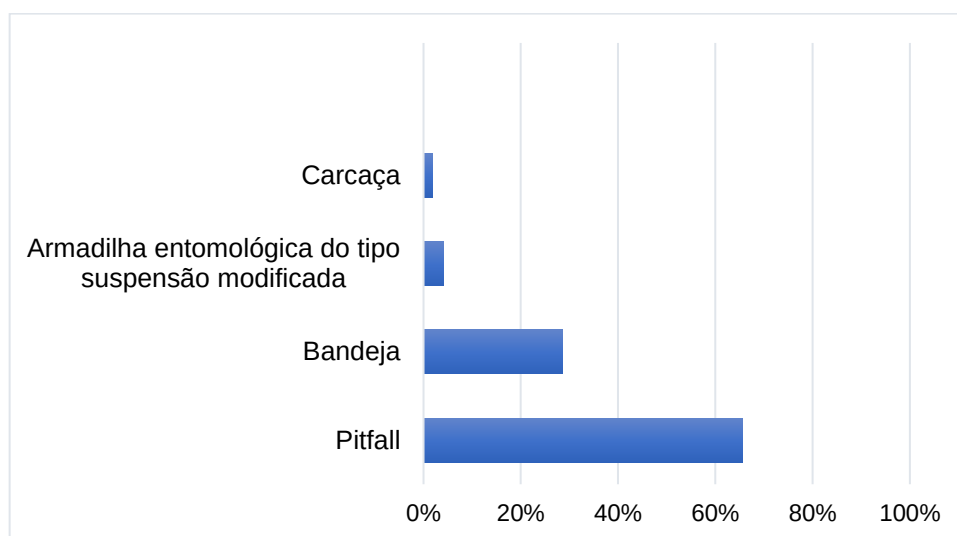
Hybosoridae	<i>Chaetodus</i> sp.	x	x	x	x	x
Histeridae	<i>Operclipygus</i> sp.					x
	<i>Hister</i> sp.					x
	<i>Euspilotus</i> sp1.			x	x	x
	<i>Euspilotus</i> sp2.					x
Scarabaeidae	<i>Eurysternus caribaeus</i> Herbst, 1789		x		x	x
	<i>Eurysternus nigrovirens</i> Génier, 2009					x
	<i>Ataenius</i> sp1.					x
	<i>Ataenius</i> sp2.				x	x
	<i>Ataenius</i> sp3.					x
	<i>Ataenius striguicauda</i> Bates, 1887			x		x
	<i>Ataenius impinger</i> Schmidt, 1916			x		
	<i>Dichotomius cuprinus</i> Felsche, 1901	x			x	x
	<i>Dichotomius</i> sp.	x				
	<i>Deltochilum</i> sp.					x
	<i>Pelidnota</i> sp.		x			
	<i>Canthidium</i> sp.				x	x
Trogidae	<i>Omorgus suberosus</i> Fabricius, 1775		x	x	x	x
Cleridae	<i>Necrobia rufipes</i> De Geer, 1775					x
Dermestidae	<i>Dermestes maculatus</i> De Geer, 1774					x
Carabidae	<i>Brachygnathus</i> sp.					x
Hydrophilidae	<i>Epimetopus</i> sp.	x		x		
Leiodidae	<i>Dissochaetus</i> sp.					x

Fonte: Autora.

4.4 Análise dos diferentes métodos de coleta utilizados

Dentre os métodos de captura utilizados neste experimento, a armadilha pitfall foi responsável pela coleta de 65,6% dos coleópteros, seguida pela bandeja (28,5%), armadilha entomológica do tipo suspensão modificada (4,1%) e pela coleta manual realizada diretamente da carcaça com colher descartável (1,8%) (Figura 20).

Figura 20 - Abundância de Coleoptera em diferentes métodos de coleta durante captura de insetos associados à decomposição de carcaças de *Sus scrofa* L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).



Fonte: Autora.

A eficiência significativa da armadilha pitfall ocorreu em razão de sua alta seletividade para insetos de habitat terrestre combinada com a utilização de atrativos biológicos, que nesse caso, eram as carcaças de suínos em decomposição. Além disso, por constituir um método de coleta passiva, a pitfall possibilita a captura de insetos durante todo o experimento, não dependendo, portanto, da interferência direta do coletor para obtenção do material de estudo (SCAGLIA, 2014).

Os besouros de interesse forense capturados predominantemente em pitfalls pertenciam as famílias Staphylinidae, Hybosoridae, Scarabaeidae, Trogidae, Carabidae, Leiodidae e Hydrophilidae. Enquanto que Histeridae, Dermestidae e Cleridae foram coletadas majoritariamente na bandeja (Tabela 6). Os estafilínídeos foram os besouros mais abundantes em todos os métodos de coleta utilizados, assim como demonstrado nos estudos de Mise *et al.* (2007), Silva e Santos (2012) e Gaedke *et al.* (2014) que classificaram estes besouros como sendo os mais abundantes.

Tabela 6: Número de besouros com potencial forense coletados por família nos diferentes métodos de coleta durante captura de insetos associados à decomposição de carcaças de *Sus scrofa* L. no município de Araguatins, TO (novembro a dezembro de 2021).

Famílias	Pitfall	Bandeja	Armadilha entomológica do tipo suspensão modificada	Carcaça
----------	---------	---------	---	---------

Staphylinidae	146	57	8	5
Hybosoridae	91	0	0	1
Histeridae	11	47	0	0
Scarabaeidae	26	14	0	0
Trogidae	23	9	0	0
Cleridae	0	8	1	0
Dermestidae	0	4	0	4
Carabidae	4	0	0	0
Hydrophilidae	2	0	0	0
Leiodidae	1	0	0	0
Total	304	139	9	10

Fonte: Autora.

Ainda que as coletas ativas e passivas apresentem discrepâncias na eficácia, para um levantamento faunístico confiável com riqueza de espécies, ambas devem ser utilizadas simultaneamente, pois muitas armadilhas são seletivas, capturando com maior probabilidade insetos dos mesmos grupos (SCAGLIA, 2014).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As espécies de coleópteros com maior potencial forense para auxiliar futuras investigações locais são *Chaetodus* sp.; *Xenopygus analis* Erichson, 1840; *Euspilotus* sp1. e *Omorgus suberosus* Fabricius, 1775; pois foram as mais abundantes e utilizaram as carcaças não somente para nutrição, mas também para reprodução.

Adicionalmente, por meio da sucessão ecológica estabelecida também é possível afirmar que os estágios mais tardios da decomposição, de fermentação e seco, ofereceram as melhores condições alimentares e de desenvolvimento para os insetos da ordem Coleoptera, pois juntos atraíram 85% dos besouros coletados. Todavia, este padrão pode variar na estação seca, o que reforça a importância de mais estudos experimentais na região norte do estado do Tocantins.

Em regiões menos favorecidas com atividades de pesquisa, como é o caso do estado do Tocantins, informações sobre a fauna e biologia dos insetos associados a matéria orgânica em decomposição são insuficientes, o que dificulta a aplicação da entomologia forense em casos policiais do país. Nesse sentido, esta pesquisa consiste em uma produção de relevância científica e social, com informações que contribuirão tanto para o avanço da entomologia forense no Brasil quanto para embasamento de estudos posteriores de mesmo escopo na região.

Portanto, devido a importância no levantamento de dados relativos à distribuição geográfica da coleopterofauna, o presente estudo servirá como base para formação de um banco de dados que poderá ser utilizado como referência em futuras investigações médico-criminais em ambientes de transição Cerrado-Amazônia.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. M.; MISE, K. M. Diagnose e chave de identificação para as principais famílias e espécies de Coleoptera de importância forense da América do Sul. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, p. 227-244, 2009.
- ALMEIDA, L. M.; CORRÊA, R. C.; GROSSI, P. C. Coleoptera species of forensic importance from Brazil: an updated list. **Revista Brasileira de entomologia**, v. 59, p. 274-284, 2015.
- AMENDT, J. *et al.* Best practice in forensic entomology--standards and guidelines. **International Journal of Legal Medicine**, v. 121, n. 2, p. 90-104, 2006.
- AMENDT, J. *et al.* Best practice in forensic entomology – standards and guidelines. **International Journal of Legal Medicine**, v. 121, p. 90-104, 2007. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00414-006-0086-x>. Acesso em: 10 de outubro de 2022.
- ARAÚJO, C. L. *et al.* Fontes de matéria orgânica como alternativa na melhoria das características químicas do solo e produtividade do capim-mombaça. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias Ambientais**, Curitiba, v. 6, n. 1, 2008.
- BALTAZAR, F. N. *et al.* Entomologia forense e saúde pública: relevância e aplicabilidade. **BEPA. Boletim Epidemiológico Paulista**, v. 8, n. 87, p. 14-25. 2011.
- BAJERLEIN, D. *et al.* Insect succession on carrion: seasonality, habitat preference and residency of histerid beetles (Coleoptera: Histeridae) visiting pig carrion exposed in various Forests (Western Poland). **Polish Journal of Ecology**, v. 59, n. 4, p. 787-797, 2011.
- BELLO, A. M. Chave de Classificação para Coleópteros de Interesse Forense. Apêndice 3. In: SCAGLIA, J. A. P. **Manual de entomologia forense**. 406 p. Leme, SP. Editora JH Mizuno. 2014.
- BORNEMISSZA, G. F. An analysis of Arthropod succession in Carrion and the effect of its decomposition on the soil fauna. **Australian Journal of Zoology**, v. 5, n. 1, p. 1-12, 1957.
- BYRD, J.; CASTNER, J. **Forensic entomology the utility of arthropod in legal investigations**. CRC. Press LLC. USA. 418p, 2001.
- CARVALHO, J. B.; XAVIER, D. C.; ARRUDA, G. L. Conservação de recursos hídricos e percepção ambiental dos moradores ribeirinhos da área urbana do município de Araguatins - TO. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**. São Paulo: [s.n.]. 2011.
- CASARI, S. A.; IDE, S. Coleoptera Linnaeus, 1758. In: RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B. de; CASARI, S. A.; CONSTANTINO, R. (Ed.). **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2012. p. 453-536.

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

CELLI, N. G. R. *et al.* Chave de identificação e diagnóstico dos Histeridae (Insecta: Coleoptera) de interesse forense do Brasil. **Iheringia, Sér. Zool.**, Porto Alegre, v. 105, n. 4, p. 461-473, 2015.

CHARABIDZE, D. *et al.* Involvement of larder beetles (Coleoptera: Dermestidae) on human cadavers: a review of 81 forensic cases. **International Journal of Legal Medicine**, v. 128, n. 6, p. 1021-1030, 2014.

CORRÊA, R. C. **Análise da fauna de Coleoptera (Insecta) associada a carcaças enterradas de coelhos, *Oryctolagus cuniculus* (L., 1758) (Lagomorpha, Leporidae), em Curitiba, Paraná.** Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós Graduação em Biológicas, Departamento em Zoologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 64 p. 2010.

COSTA-SILVA, V. *et al.* Levantamento da fauna de Coleoptera (Insecta) associada à carcaça de roedores na região Sul do Brasil. **EntomoBrasilis**, v. 10, n. 3, p. 162-169, 2017.

CROCE, D.; CROCE JÚNIOR, D. **Manual de medicina legal**. 8. ed. São Paulo: Saraiva; 2012. 1494 p.

CROWSON, R. A. **The biology of the Coleoptera**. London: Academic Press, 1981.

FORBES, S. L.; DADOUR, I. O ambiente do solo e a entomologia forense. In: **Entomologia Forense**. CRC Press, 2009. p. 407-426.

GARCIA, F. R. M.; CORSEUIL, E. Análise faunística de moscas-das frutas (diptera, tephritidae) em pomares de pessegueiro em Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 15, n. 4, p. 1111-1117, 1998.

GAEDKE, A. *et al.* Levantamento da diversidade de coleópteros e himenópteros em carcaça de *Sus scrofa* (Artiodactyla, Mammalia) em Joinville–Santa Catarina. Anais. In: **XXX Congresso Brasileiro de Entomologia**. Porto Alegre, RS. p. 2014.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **The Insects: an outline of entomology**. 4 ed. **Wiley Blackwell Science**. p. 584, 2010.

HANSKI, I. *et al.* Nutritional ecology of dung and carrion feeding insects. In: Slansky, F.; Rodriguez, J. G. Nutritional ecology of insects, mites and spiders. **Wiley Interscience**. Cap. 28, p. 837-884. 1987.

LECHETA, C. M. **Ocorrência de chave pictórica para os machos da espécie de Fanniidae (Diptera) de interesse forense associados à carcaça de coelhos durante o outono e a primavera em Curitiba, Paraná.** 2009. 27 p. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

LINNAEUS, C. L.—1758 systema naturae (Biodiversity Heritage Library OAI Repository). Retrieved from Internet Archive CiteBank. org: https://archive.org/details/cbarchive_53979_linnaeus1758systemanaturae1758, 1758.

LORD, W. D., STEVENSON, J. R. Directory of forensic entomologists. **Defense Pest Management Information Analysis Center, Walter Reed Army Medical Center, Washington, DC**, v. 42, 1986.

LUEDERWALDT, G. Os insectos necrophagos paulistas. **Revista do Museu Paulista**, 1911.

MACARI, P. B. **Fauna de Coleoptera (Insecta) associada à carcaça de *Oryctologus cuniculus* (L., 1758) (Lagomorpha, Leporidae) coletada em armadilha tipo Pitfall modificada em Curitiba, PR**. Curitiba, 2011.

MARANHA, R. G. *et al.* Implementação da base cartográfica do IFTO campus Araguatins. In: **5ª JICE-JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E EXTENSÃO**. 2014.

MARCHIORI, C. H. *et al.* Dípteros muscóides de importância médica e veterinária e seus parasitóides em Goiás. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 52, n. 4, p. 350-353, 2000.

MARINONI, R. C. *et al.* **Hábitos alimentares em Coleoptera (Insecta):** Compilação, organização de dados e novas informações sobre alimentação nas famílias de coleópteros. Ribeirão Preto: Holos, 2001.

MARQUES, A. M. A. **Entomologia Forense: Análise da Entomofauna em Cadáver de *Sus scrofa* (Linnaeus), na região de Oeiras, Portugal**. 2008. 66 f.. Dissertação (Mestrado em Biologia Humana e Ambiente) – Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2008.

MARTINS, E. **Análise dos processos de decomposição e sucessão ecológica em carcaças de suíno (*Sus scrofa* L.) mortos por disparo de arma de fogo e overdose de cocaína e protocolo de procedimento diante de corpo de delito**. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências. Botucatu: [s.n.], 2009.

MATUSZEWSKI, S. *et al.* Cerdos contra personas: el uso de cerdos como análogos para humanos en entomología forense e investigación de tafonomía. **Revista Internacional de Medicina Legal**, v. 134, n. 2, p. 793-810, 2020.

MIRA, L.D.A; FRANCISCO, O. Fauna cadavérica de importância forense associada à carne suína. **Departamento de Ciências Biológicas–Faculdades Integradas de Ourinhos FIO/FEMM**, 2009.

MISE, M. K.; ALMEIDA, M. L.; MOURA, O. M. Levantamento de fauna de Coleoptera que habita a carcaça de *Sus scrofa* L., em Curitiba, Paraná. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 51, n. 3, 2007.

MONTEIRO - FILHO, E. L. A., PENEREIRO, J. L. Estudo de decomposição e sucessão sobre uma carcaça animal numa área do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Biologia**, 47: 289 - 295, 1987.

NUORTEVA, P. Sarcosaprophagous insects as forensic indicators. **Forensic medicine: A study in trauma and environmental hazards**, p. 1072-1095, 1977.

OLIVEIRA-COSTA, J. **Entomologia Forense**: Quando os insetos são vestígios. São Paulo: Editora Millenium, 2008. 420 p.

OLIVEIRA-COSTA, J. *et al.* A Influência de diferentes fatores na frequência de dípteros muscoides em cadáveres humanos no Rio de Janeiro. **Boletim do Museu Nacional. Zoologia**, Rio de Janeiro, v. 470, p. 1-10, 2001.

OLIVEIRA-COSTA, J. *et al.* **Entomologia forense**: quando os insetos são vestígios. 3. ed. Campinas: Millennium, 2011.

OLIVEIRA-COSTA, J. **Entomologia Forense**: Quando os insetos são vestígios. Campinas, Millennium, 257 p., 2003.

PAYNE, J. A. A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus. **Ecology**, v. 46, n. 5, p. 592-602, 1965.

PESSOA, S.; LANE, F. Coleópteros de interesse médico-legal. Ensaio monográfico sobre a família Scarabeidae de São Paulo e regiões vizinhas. **Arquivos de Zoologia do Estado de São Paulo**, v. 2, p. 389-504, 1941.

PUJOL-LUZ, J. R.; ARANTES, L. C.; CONSTANTINO, R. **Cem anos da Entomologia Forense no Brasil**. **Revista Brasileira de Entomologia**. v. 52, n. 4. São Paulo – SP, 2008.

ROCHA, F. M. S.; SANTOS, S. B. Entomologia forense: quando os insetos são peritos. In: SIMPÓSIO DE TCC, 1.; SEMINÁRIO DE IC, 1., 2016, Guará. **Anais [...]**. Guará: ICESP, 2016. p. 765-772. Disponível em: http://nippromove.hospedagemdesites.ws/anais_simposio/arquivos_up/documentos/. Acesso em: 12 de outubro de 2022.

ROMANA, A. *et al.* A importância da entomologia forense nas investigações criminais. In: **VII CONNEPI-Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação**. 2012.

ROSA, A. T. **Artropodofauna de interesse forense no cerrado do município de Uberlândia, MG**: abundância relativa, diversidade e sucessão entomológica. 2007. 84 p. Dissertação (Pós-Graduação em Imunologia e Parasitologia Aplicadas) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

ROSA, T. A. *et al.* Arthropods associated with pig carrion in two vegetation profiles of Cerrado in the State of Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**. Uberlândia, v. 55, n. 3, p. 424- 434, setembro, 2011.

SAKAGAMI, S. F.; LAROCCA, S. Relative abundance, phenology and flower visited of apid bees in eastern Paraná, Southern Brazil (Hymenoptera, Apidae). **Koniyu**, v. 39, n.3, p. 217- 230, 1971.

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

SANTOS, W. E. dos. **Diversidade, sazonalidade e sucessão ecológica de Coleoptera (Insecta) associados ao processo de decomposição de Sus scrofa L. em Caatinga Paraibana**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas: Zoologia) - Universidade Federal da Paraíba, 2012.

SCAGLIA, J. A. P. **Manual de Entomologia Forense**. Leme: J. H. Mizuno, 2014.

SCHROEDER, H. *et al.* Larder beetles (Coleoptera, Dermestidae) as an accelerating factor for decomposition of a human corpse. **Forensic Science International**, v. 127, n. 3, p. 231-236, 2002.

SEGURA, N. A. *et al.* Entomofauna resource distribution associated with pig cadavers in Bogotá DC. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 25, n. 1, p. 46-52, 2011.

SILVA, A. R.; REIS, B. S. A importância da entomologia forense nas investigações criminais. In: **VII CONNEPI-Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação**. 2012.

SILVA, C. R.; SANTOS, E. W. Fauna de Coleoptera associada a carcaças de coelhos expostas em uma área urbana no sul do Brasil. **EntomoBrasilis**, v. 5, n. 3, 2012.

SMITH, K. **A Manual of Forensic Entomology**. 1a ed. Oxford: Cornell University Press, 1986. 102 p.

SOUZA, A. S. B.; KIRST, F. D.; KRÜGER, R. F. Insetos de importância forense do Rio Grande do Sul no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 52, p. 641-646, 2008.

THOMAZINI, M. J.; THOMAZINI, A. P. B. W. Levantamento de insetos e análise entomofaunística em floresta, capoeira e pastagem no sudeste acreano. **Embrapa Acre-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTEC-A)**, 2002.

URAMOTO, K.; WALDER, J. M. M.; ZUCCHI, R. A. Análise quantitativa e distribuição de populações de espécies de Anastrepha (Diptera: Tephritidae) no campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. **Neotropical Entomology**, v. 34, p. 33-39, 2005.

VASCONCELOS, S. D.; ARAUJO, M. C. S. Necrophagous species of Diptera and Coleoptera in Northeastern Brazil: state of the art and challenges for the Forensic Entomologist. **Revista Brasileira de Entomologia**. Recife, v. 56, n. 1, p. 7-14, 2013.

VIDOTTO, E. *et al.* Dinâmica do ecótono floresta-campo no sul do estado do Amazonas no Holoceno, através de estudos isotópicos e fitossociológicos. **Acta Amazônica**, v. 37, n. 3, p. 385-400, 2007.