



**LAÍS COSTA DOS SANTOS**

**BIOLOGIA E ECOLOGIA QUÍMICA DE BESOUROS  
(INSECTA: COLEOPTERA) DE IMPORTÂNCIA FORENSE**

**LAVRAS - MG  
2025**

**LAÍS COSTA DOS SANTOS**

**BIOLOGIA E ECOLOGIA QUÍMICA DE BESOUIROS (INSECTA: COLEOPTERA)  
DE IMPORTÂNCIA FORENSE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, área de concentração em Entomologia, para a obtenção do título de Mestre.

Profa. Dra. Letícia Vieira  
Orientadora

Profa. Dra. Maria Fernanda Gomes Villalba Peñaflo  
Coorientadora

Prof. Dr. Rodrigo César Corrêa  
Coorientador

**LAVRAS - MG  
2025**

**Ficha catalográfica elaborada pela Catalogação da Biblioteca Universitária da UFLA**

Santos, Laís Costa dos.

Biologia e ecologia química de besouros (Insecta: Coleoptera) de importância forense / Laís Costa dos Santos. – Lavras : UFLA, 2025.

53 p. : il.

Orientador: Letícia Maria Vieira.

Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, 2025.

Bibliografia.

1. Entomologia Forense. 2. Ecologia química. 3. Corpos em decomposição.. I. Vieira, Letícia Maria. II. Universidade Federal de Lavras. III. Título.

CDD – 614.1

Ficha elaborada por Defátima Aparecida Silva Pessoa (CRB6/1496)

**LAÍS COSTA DOS SANTOS**

**BIOLOGIA E ECOLOGIA QUÍMICA DE BESOUIROS (INSECTA: COLEOPTERA)  
DE IMPORTÂNCIA FORENSE**

**BIOLOGY AND CHEMICAL ECOLOGY OF BEETLES (INSECTA: COLEOPTERA)  
OF FORENSIC IMPORTANCE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, área de concentração em Entomologia, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 17 de fevereiro de 2025.

Dra. Letícia Vieira UFLA

Dr. Khalid Haddi UFLA

Dr. Diego Martins Magalhães USP

Dra. Letícia Vieira  
Orientadora

Dra. Maria Fernanda Gomes Villalba Peñaflor  
Coorientadora

Dr. Rodrigo César Corrêa  
Coorientador

**LAVRAS - MG  
2025**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço...

A Deus, por todas as portas abertas, por me sustentar e por sempre estar comigo. Entreguei meu caminho ao Senhor, confiei nEle e Ele tudo fez.

À minha família, Sirley, Paulo, André, Priscila e Daniel, por acreditarem em mim, por me darem todo o suporte, por entenderem todas as minhas ausências e por falarem da minha carreira com brilho nos olhos. Todo o meu amor a vocês!

À Daniela Antonieta, pela escuta cuidadosa, por me acolher e por acreditar em mim mais do que eu mesma. Agradeço de coração!

Aos meus amigos, Bianca, Régis, Thamiris e Paloma, pelo ombro amigo, pelo cuidado, pelas conversas, pelas risadas e por sempre estarem comigo. Adoro nossos momentos juntos!

Às ICM de Ipatinga e de Lavras, por todas as orações e por todo o carinho. Me sinto muito abençoada por ter vocês na minha vida!

À Georgiana e Fernanda, por me ajudarem (com muita boa vontade e paciência) com a criação dos bichos, mesmo nos fins de semana e feriados. Viva as tias dos piticos <3!

À minha orientadora Letícia Vieira e aos meus coorientadores Maria Fernanda Peñaflor e Rodrigo Corrêa, por aceitarem me orientar, por todos os ensinamentos e por terem me dado todo o suporte necessário para a realização deste trabalho. Conseguimos!

Aos professores Júlio Louzada e Khalid Haddi, pelo empréstimo de laboratórios e de materiais, pelas ideias, pelo acompanhamento e por todo o apoio que precisei. Obrigada!

A todos os integrantes do CESBI, o laboratório mais unido que eu conheço. Vocês deixam o meu dia mais leve e divertido!

A Dani, Rafael, Andrei (nosso querido e brilhante bic-bic), Álvaro, Arnol, Thamiris Bibiano, Vinícius, Ezequiel, Régis e Christian, por me ajudarem nas montagens dos besouros, nas

estatísticas, nas montagens e retiradas das armadilhas, e por não me deixarem andar na mata sozinha. Eu não teria conseguido sem vocês!

À equipe: Andrei, Arnol, Débora, Bianca, Rafael, Taís, Helian, Georgiana, Letícia, Júlio, Daniela, Ana Laura, Vitor, e claro, aos queridos e pacientes Régis e Álvaro, por participarem da saga “Em busca dos ‘Silphidae’ perdidos”. Eu vou ser eternamente grata a vocês, gente, sério!

Aos laboratórios MEET e LEQIIP, pelas ideias e por toda a ajuda!

Ao gerente Paulo Renato, por ter autorizado as coletas e as nossas muitas visitas ao Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito.

Ao gerente Rodrigo Carvalho, da Fazenda São Paulo, pela doação dos corpos dos suínos utilizados neste trabalho.

À toda equipe de professores e técnicos do Programa de Pós-Graduação em Entomologia e à Universidade Federal de Lavras, por todo o conhecimento e apoio.

À banca examinadora, por aceitar participar de um projeto tão importante na minha carreira acadêmica.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro que possibilitou a execução desta pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

“Por que pois descorajais o coração dos filhos de Israel, para que não passem à terra que o  
Senhor lhes tem dado?”  
(Números 32:7)

## RESUMO

A Entomologia Forense aplica o estudo dos insetos em questões legais. O momento em que o inseto chega ao corpo em decomposição, bem como o seu tempo de desenvolvimento que é estabelecido ali, podem indicar as circunstâncias da morte e auxiliar na resolução de casos criminais. Nesse contexto, estudos sobre o ciclo de vida e atratividade alimentar de insetos de importância forense tornam-se essenciais. Dentre os Coleoptera com importância forense, *Oxelytrum discicolle* (Brullé, 1840) (Coleoptera: Staphylinidae: Silphinae) e *Deltochilum rubripenne* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) são espécies com potenciais de bioindicação em investigações criminais. Este trabalho teve como objetivos: (1) mensurar a duração de cada estágio larval e de pupa de *O. discicolle* até a fase adulta, diferenciando entre fêmeas e machos; (2) medir a longevidade de cada indivíduo da espécie, diferenciando entre os sexos; (3) investigar a atratividade alimentar de machos de *O. discicolle* e de fêmeas e machos de *D. rubripenne* por corpos de *Sus scrofa* nos estágios de decomposição fresco e avançado, colonizados ou não por artrópodes. O ciclo de vida de *O. discicolle*, em condições de temperatura de  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa de  $75\% \pm 10\%$  e fotoperíodo de 12 horas, dura  $16,73 \pm 1,56$  dias, sendo o estágio L3 ( $8,83 \pm 0,17$  dias) e a duração do ciclo L1 - Adulto ( $17,38 \pm 0,19$  dias) maior para os machos. A longevidade de fêmeas e machos é de  $62,63 \pm 18,0$  dias, não tendo diferença significativa entre os sexos. Com relação ao papel dos voláteis dos corpos nas interações com os besouros, machos de *O. discicolle* têm preferência por odores de corpos em decomposição nos estágios mais avançados em relação àqueles emitidos por corpos em estágio inicial de decomposição, sem interferência significativa na escolha quanto à colonização de artrópodes. Fêmeas e machos da espécie *D. rubripenne* são atraídos pelos estágios iniciais de corpos em decomposição, e a colonização prévia de artrópodes não interfere significativamente nessa escolha. Assim, este trabalho conclui que os voláteis liberados por corpos em decomposição devem modular a colonização dessas espécies em cadáveres, podendo ter importantes implicações para casos forenses.

**Palavras-chave:** Entomologia Forense; ecologia química; corpos em decomposição.

## ABSTRACT

Forensic Entomology applies the study of insects to legal issues. The moment the insect arrives at the decomposing body, as well as its development time there, can indicate the circumstances of the death and help solve criminal cases. In this context, studies into the life cycle and food attractiveness of insects of forensic importance are essential. Among the Coleoptera with forensic importance, *Oxelytrum discicolle* (Brullé, 1840) (Coleoptera: Staphylinidae: Silphinae) and *Deltochilum rubripenne* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) are species with potential for bioindication in criminal investigations. This study aimed to: (1) measure the duration of each larval and pupal stage of *O. discicolle* until the adult stage, differentiating between females and males; (2) measure the longevity of each individual of the species, differentiating between the sexes; (3) investigate the feeding attractiveness of males of *O. discicolle* and females and males of *D. rubripenne* for *Sus scrofa* bodies in the fresh and advanced stages of decomposition, colonized or not by arthropods. The life cycle of *O. discicolle*, under conditions of  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , relative humidity of  $75\% \pm 10\%$  and a 12-hour photoperiod, lasts  $16.73 \pm 1.56$  days, with the L3 stage ( $8.83 \pm 0.17$  days) and the duration of the L1 - Adult cycle ( $17.38 \pm 0.19$  days) being longer for males. The longevity of females and males is  $62.63 \pm 18.0$  days, with no significant difference between the sexes. With regard to the role of body volatiles in interactions with beetles, males of *O. discicolle* have a preference for odours from decomposing bodies in the later stages over those emitted by bodies in the early stages of decomposition, with no significant interference in the choice of arthropod colonization. Females and males of the species *D. rubripenne* are attracted to the early stages of decomposing bodies, and the previous colonization of arthropods does not significantly interfere with this choice. Thus, this work concludes that the volatiles released by decomposing bodies must modulate the colonization of these species in corpses, and may have important implications for forensic cases.

**Keywords:** Forensic Entomology; chemical ecology; decomposing bodies.

## INDICADORES DE IMPACTO

O presente trabalho teve como objetivos quantificar o ciclo de desenvolvimento de uma espécie de besouro de interesse forense e analisar a atratividade de restos mortais de porcos domésticos colonizados por artrópodes sobre duas espécies de besouro de interesse e importância forense. Para isso, abordagens metodológicas pouco presentes em estudos forenses no Brasil foram utilizadas nesta pesquisa, como bioensaios de olfatométrica, o que abre novos horizontes para trabalhos na área de Entomologia Forense. Além disso, os resultados obtidos revelaram diferença no tempo de desenvolvimento do besouro *Oxelytrum discicolle* em relação aos demais trabalhos já realizados com tal espécie, indicando que indivíduos de regiões distintas podem apresentar tempos de desenvolvimento distintos, ainda que sejam da mesma espécie. Também, com os testes em olfatométrica, foi possível definir a preferência dos estágios de decomposição para *O. discicolle* e *Deltochilum rubripenne*, e se a colonização prévia de artrópodes nos corpos em decomposição interfere nessa escolha. Tais resultados podem ter grandes implicações em casos criminais, uma vez que são utilizados para a determinação do intervalo *post-mortem*. Assim, este trabalho possui grande potencial de impacto na sociedade, sobretudo no âmbito da justiça.

## IMPACT INDICATORS

The objectives of this study were to quantify the development cycle of a species of beetle of forensic interest and to analyse the attractiveness of domestic pig remains colonized by arthropods to two species of beetle of forensic interest and importance. To this end, methodological approaches that are rarely used in forensic studies in Brazil were used in this research, such as olfactometry bioassays, which opens up new horizons for work in the area of Forensic Entomology. In addition, the results obtained revealed a difference in the development time of the *Oxelytrum discicolle* beetle compared to other studies carried out with this species, indicating that individuals from different regions may have different development times, even though they are of the same species. The olfactometry tests also made it possible to define the preference of decomposition stages for *O. discicolle* and *Deltochilum rubripenne*, and whether the previous colonization of arthropods in decomposing bodies interferes with this choice. These results could have major implications in criminal cases, since they are used to determine the *post-mortem* interval. Thus, this work has great potential for impact on society, especially in the field of justice.

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO .....	11
CAPÍTULO 1 - BIOLOGIA DA ESPÉCIE <i>OXELYTRUM DISCICOLLE</i> (BRULLÉ, 1840) (COLEOPTERA: STAPHYLINIDAE: SILPHINAE) .....	13
1.1 INTRODUÇÃO .....	14
1.2 OBJETIVOS .....	15
1.3 MATERIAL E MÉTODOS .....	15
1.3.1 Área de estudo .....	15
1.3.2 Coleta de dados .....	16
1.3.3 Criação de <i>O. discicolle</i> em laboratório .....	17
1.3.4 Dados para o ciclo de vida .....	19
1.3.5 Estatística .....	19
1.4 RESULTADOS .....	19
1.5 DISCUSSÃO .....	21
1.6 REFERÊNCIAS .....	23
CAPÍTULO 2 - PAPEL DOS VOLÁTEIS DE CORPOS EM DECOMPOSIÇÃO POR ARTRÓPODES NO RECRUTAMENTO DE BESOUCOS NECRÓFAGOS .....	28
2.1 INTRODUÇÃO .....	29
2.2 OBJETIVOS .....	31
2.3 HIPÓTESES .....	31
2.4 MATERIAL E MÉTODOS .....	32
2.4.1 Coleta de dados .....	32
2.4.2 Criação de <i>O. discicolle</i> em laboratório .....	32
2.4.3 Criação de <i>D. rubripenne</i> em laboratório .....	32
2.4.4 Decomposição do material para bioensaios .....	32
2.4.5 Extração dos voláteis dos porcos .....	33
2.4.6 Bioensaios com olfatômetro de dupla-escolha .....	34
2.4.7 Estatística .....	36
2.5 RESULTADOS .....	36
2.6 DISCUSSÃO .....	39
2.7 REFERÊNCIAS .....	42
APÊNDICE 1 .....	48

## APRESENTAÇÃO

A Entomologia Forense é a ciência que estuda artrópodes, sobretudo insetos, em questões legais (Catts & Goff 1992). Trata-se de uma aplicação muito antiga, sendo documentada pela primeira vez no Manual Legal Chinês do Século XIII. Nessa ocasião, houve um homicídio em que o pouso de moscas em uma foice, atraídas por vestígios de sangue, provocaram a confissão do assassinato (Benecke 2001). Posteriormente, em 1855, a estimativa do intervalo *post-mortem* com o auxílio de insetos foi feita pela primeira vez por Bergeret. Em 1894, Mégnin publicou o primeiro livro sobre o tema, intitulado “La faune des cadavres”, com escritos teóricos e relatos de casos vivenciados por ele e seus colaboradores (Pujol-Luz et al. 2008).

No Brasil, os primeiros estudos sobre Entomologia Forense foram realizados por Oscar Freire, em 1908, que apresentou a primeira coleção de insetos necrófagos a partir de suas investigações em corpos humanos, principalmente. Concomitantemente, Roquette-Pinto divulgou seu estudo de caso “Nota sobre a fauna cadavérica no Rio de Janeiro”, a partir de observações feitas em um cadáver humano. Desse modo, a Entomologia Forense nos trópicos foi iniciada (Pujol-Luz et al. 2008). Tal início foi imprescindível para o aprimoramento da aplicação dessa ciência no Brasil, visto o clima e a diversidade da entomofauna do País (Almeida et al. 2015). Além disso, a prática das técnicas da Entomologia Forense muda conforme os padrões, bióticos e abióticos, de cada região e localidade (Pujol-Luz et al. 2008).

Nesse contexto, cabe ressaltar a aplicabilidade dos insetos na Entomologia Forense. Em casos criminais, são utilizados na estimativa do intervalo *post-mortem*, principalmente (Catts & Goff 1992). Todavia, as evidências deixadas ou causadas por insetos no corpo, como destruição e traumas em órgãos internos, podem mudar a interpretação dos fatos em locais de crime (Haskell et al. 1997). Além disso, os insetos podem revelar se o cadáver foi movimentado, auxiliar a identificar autores de crimes por meio do DNA através de análises do sangue ingerido por insetos hematófagos (Repogle et al. 1994; Mumcuoglu et al. 2004), indicar presença de drogas, medicamentos, venenos ou metais pesados em casos com hipóteses de suicídio (Amendt et al. 2004) e confirmar casos de negligência e abandono de menores e idosos (Benecke & Lessig 2001; Benecke et al. 2004). Ainda, podem estar presentes em disputas judiciais em casos de danos a produtos estocados ou destruição de patrimônios (Keh 1985; Oliveira-Costa et al. 2007).

A ordem Coleoptera é diversa em representantes de interesse forense (Almeida & Mise 2009; Vasconcelos & Araújo 2012; Almeida et al. 2015). *Oxelytrum discicolle* é uma importante espécie de interesse forense da família Staphylinidae (Sikes et al. 2024) que apresenta tempos de desenvolvimento distintos conforme a região de coleta da espécie (Velásquez & Vilorio 2009; Mise 2011; Bonfanti et al. 2018), sugerindo que podem haver variações de parâmetros populacionais e de desenvolvimento em populações de regiões distintas. Além disso, *Deltochilum rubripenne* é uma espécie de rola-bosta pertencente à família Scarabaeidae que, por usar corpos em decomposição como recurso alimentar, torna-se uma espécie de potencial forense (Almeida et al. 2015; Lira et al. 2019). Ainda, sabe-se que coleópteros com hábitos necrófagos encontram corpos em decomposição por meio dos voláteis no ar (Todd and Baker 1997). Contudo, estudos sobre a importância biológica desses voláteis cadavéricos, as interações com os meios bióticos e abióticos e a atratividade sobre besouros necrófagos, precisam ser mais abordados na literatura (Cieśła et al. 2023).

O presente trabalho consolida o campo da Entomologia Forense na Universidade Federal de Lavras (UFLA) e engloba áreas multidisciplinares a fim de preencher lacunas no conhecimento acerca de aspectos biológicos e comportamentais da espécie que tem sua importância em estudos forenses. Assim, este trabalho está organizado em dois capítulos com objetivos distintos: no capítulo 1 foi realizado o estudo da biologia do desenvolvimento de indivíduos de *O. discicolle* de populações presentes na região de Lavras, Minas Gerais, com o intuito de contribuir com informações acerca do tempo de desenvolvimento dos estádios imaturos, comparando entre os sexos e mensurando a longevidade dos sexos. Já no capítulo 2, foi investigado o papel de compostos voláteis de corpos de porcos domésticos em decomposição colonizados por artrópodes sobre as espécies *O. discicolle* e *Deltochilum rubripenne*, ambas de importância forense, para compreender a ecologia química das espécies.

**CAPÍTULO 1 - BIOLOGIA DA ESPÉCIE *OXELYTRUM DISCICOLLE* (BRULLÉ,  
1840) (COLEOPTERA: STAPHYLINIDAE: SILPHINAE)**

## CAPÍTULO 1 - BIOLOGIA DA ESPÉCIE *OXELYTRUM DISCICOLLE* (BRULLÉ, 1840) (COLEOPTERA: STAPHYLINIDAE: SILPHINAE)

### 1.1 INTRODUÇÃO

A espécie *Oxelytrum discicolle* (Brullé, 1840) (Coleoptera: Staphylinidae: Silphinae) (Sikes et al. 2024) se alimenta de corpos de vertebrados terrestres em decomposição (Peck & Anderson 1985). O gênero *Oxelytrum* é um dos mais abundantes da fauna latino-americana (Peck & Anderson 1985), possuindo adultos carniceiros e predadores de larvas de Diptera e larvas necrófagas (Mise et al. 2007; Oliva y Di-Iorio 2008). Diferentemente do gênero *Nicrophorus*, que enterra pedaços de carne podre para reprodução e maturação dos imaturos, cuidando das larvas até se tornarem pupas, até então, não há relatos de cuidado parental para *Oxelytrum* (Peck & Anderson 1985; Scott 1998). Além disso, tal espécie apresenta hábitos noturnos (Lira et al. 2019), gerações curtas (Velásquez & Viloría 2009) e grande presença em estudos em entomologia forense no Brasil (Mise et al. 2007; Souza et al. 2008; Almeida et al. 2015; Corrêa et al. 2019), dadas sua ampla distribuição e sua capacidade de colonizar e se reproduzir em cadáveres (Peck & Anderson 1985; Mise et al. 2007).

Nesse contexto, cabe destacar o papel de besouros carniceiros para a entomologia forense. Isso porque o comportamento necrófago pode ser útil em investigações criminais (Payne 1965, Smith 1986). Coleópteros encontrados em cadáveres podem auxiliar na determinação do intervalo *post-mortem* (IPM) por meio do momento em que chegam ao cadáver, caracterizando uma sucessão ecológica, ou pela fase de desenvolvimento em que se encontram, considerando sua biologia e a morfologia dos imaturos (Catts & Goff 1992; Amendt et al. 2004; Pujol-Luz et al. 2008; Velásquez & Viloría 2010). Sabe-se que as moscas são os primeiros insetos a colonizar os cadáveres, utilizando-os como substrato de oviposição, principalmente. Dessa forma, são importantes indicadoras para a estimativa do IPM nos estágios iniciais da decomposição (Greenberg 1991; Oliveira-Costa and Mello-Patiu 2004). Por outro lado, os besouros também podem fornecer evidências para a resolução de crimes em cadáveres nos estágios mais avançados de decomposição (Kulshrestha and Satpathy 2001; Santos 2014).

Embora seja notável a importância de *O. discicolle* em estudos de entomologia forense, ainda existem divergências quanto ao momento em que chegam ao cadáver. Indivíduos da espécie já foram encontrados em cadáveres humanos nos estágios mais avançados da decomposição em estudos no Sul e no Centro-Oeste do País (Carvalho et al. 2000; Lira et al.

2019). Por outro lado, na Colômbia, a espécie estava presente em cadáveres humanos nos estágios iniciais de decomposição (Barreto et al. 2002). Além disso, a espécie pode apresentar diferenças no tempo de desenvolvimento em regiões distintas (Velásquez & Vilorio 2009, Mise 2011, Bonfanti et al. 2018; Owings et al. 2014), devido à temperatura ambiente, uma vez que o tempo de desenvolvimento é reduzido conforme há o aumento da temperatura (Velásquez & Vilorio 2009). Ainda, cabe destacar que o estágio de desenvolvimento que precede a fase de pupa é o mais longo em relação aos demais estágios. Isso porque na fase de pupa, o inseto sofre grandes mudanças morfológicas e cessa a alimentação. Então, é necessário que o inseto faça uma boa reserva de energia no estágio anterior ao da pupa (Mise 2011, Bonfanti et al. 2018).

Assim, o conhecimento acerca do ciclo de desenvolvimento e da longevidade de *O. discicolle* é relevante para o melhor entendimento sobre a história de vida do grupo, além do fato de serem besouros potencialmente úteis na elucidação de casos criminais futuros na região de Lavras. Ainda, o estudo dos parâmetros populacionais e de desenvolvimento da espécie se faz necessário, uma vez que populações de regiões distintas podem estar adaptadas a condições diferentes, justificando a relevância deste trabalho.

## 1.2 OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo geral analisar o ciclo de vida total da espécie *O. discicolle*, visando, especificamente, a: **(1)** quantificar a duração e a média de cada estágio larval e de pupa de cada indivíduo até a fase adulta, diferenciando entre os sexos; **(2)** manter a criação dos indivíduos até a obtenção da geração F1 a fim de medir a longevidade de cada indivíduo, diferenciando entre os sexos.

## 1.3 MATERIAL E MÉTODOS

### 1.3.1 Área de estudo

As coletas da espécie *O. discicolle* foram realizadas no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, que se localiza na cidade de Lavras, em Minas Gerais, Brasil (21°19'45"S; 44°58'08"W). A vegetação do Parque é majoritariamente composta por Floresta Estacional Semidecidual (Domínio Fitogeográfico Mata Atlântica), Cerrado *Stricto sensu* (Savana) e Campo Rupestre (Savana) (IBGE 2012). Além disso, a região possui clima subtropical úmido,

com temperatura média anual de 20.2°C e uma altitude de aproximadamente 919 metros. Foram posicionadas armadilhas no interior das áreas florestais do Parque a fim de se capturar o inseto-alvo.

Figura 1 - Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras - MG.



Fonte: Google Maps (2024).

### 1.3.2 Coleta de dados

As coletas da espécie *O. discicolle* foram realizadas nos meses de janeiro e fevereiro de 2024, período caracterizado como úmido. Para isso, foram utilizadas 2 gaiolas grandes, com medidas de 74 cm x 74 cm x 71 cm (Figura 2) e 5 gaiolas pequenas, medindo 24 cm x 24 cm x 21 cm (Figura 3). Todas as armadilhas foram cobertas com lonas ou sacos plásticos para proteção contra as chuvas.

As gaiolas grandes continham 2 kg de iscas atrativas compostas pela mistura de carne bovina, suína e de frango, dispostas sobre uma estrutura metálica vazada. As gaiolas pequenas continham 50 g de carne bovina ou de peixe. Abaixo das iscas, foram colocadas armadilhas modificadas do tipo *pitfall* (Almeida et al. 2024), consistindo em baldes enterrados no solo. Os

*pitfalls* do presente estudo não continham água com detergente em seu interior para garantir a captura dos besouros vivos. As armadilhas foram verificadas diariamente para a coleta dos insetos que, quando capturados, foram transportados para o laboratório, em uma sala de criação.

Figura 2 - Armadilha com gaiola grande utilizada na coleta de *Oxelytrum discicolle* com iscas de carne.



Fonte: Da autora (2024).

Figuras 3 - Armadilha com gaiola pequena utilizada na coleta de *Oxelytrum discicolle* com iscas de carne.



Fonte: Da autora (2024).

### 1.3.3 Criação de *O. discicolle* em laboratório

A criação da espécie foi mantida em sala climatizada a  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa de  $75\% \pm 10\%$  e fotoperíodo de 12 horas. Os indivíduos foram separados por sexo, de acordo com Peck & Anderson (1985). Cada casal formado foi acondicionado em potes plásticos de 2000 ml, contendo 2 cm de terra vegetal previamente autoclavada, papel filtro umedecido e carne bovina moída fresca *ad libitum*, cerca de 15 g, sendo trocada diariamente. Os ovos foram mantidos com o casal, portanto, não foi possível registrar o período de incubação até o estágio larval inicial. As larvas, ao eclodirem, foram individualizadas em potes de 200 ml com algodão umedecido e carne bovina moída fresca *ad libitum*, cerca de 5 g. No terceiro instar, foi adicionado 2 cm de terra vegetal nos potes, permitindo o empupamento das larvas. A comida foi retirada, pois nesse instar as larvas cessam a alimentação. O algodão umedecido foi deixado no pote a fim de auxiliar na umidade. Ao atingirem o estágio adulto, foi oferecido 10 g de carne bovina e renovado o algodão umedecido no pote. Todos os potes foram acomodados em bandejas com 2 cm de água e detergente como medida de cautela contra infestação de ácaros. A criação foi acompanhada por 5 meses com cuidado diário até o óbito da geração F1 de adultos. As informações sobre a duração de cada estágio do ciclo de vida e sobre a longevidade de cada indivíduo estão dispostas no Apêndice 1.

Figura 4 - Criação de casal de besouros da espécie *Oxelytrum discicolle*.



Fonte: Da autora (2024).

Figura 5 - Criação de larvas de besouros da espécie *Oxelytrum discicolle*.



Fonte: Da autora (2024).

### 1.3.4 Dados para o ciclo de vida

As observações dos instares foram realizadas a partir da liberação das exúvias pelos indivíduos. L1 compreende da emergência da larva até o segundo instar larval. L2 representa a duração do segundo até o terceiro instar larval. L3 indica a duração do terceiro instar larval até a fase de pupa. Pupa se refere ao período até a forma adulta do besouro. Nesse contexto, o ciclo total é a duração de L1 até a fase adulta.

### 1.3.5 Estatística

Os dados foram analisados por testes de variância (ANOVA) e Teste de Tukey para comparação nos estádios entre os sexos e para a longevidade. As análises foram realizadas com o programa RStudio versão 4.2.3.

## 1.4 RESULTADOS

Ao todo foram observados 144 indivíduos, sendo 73 fêmeas e 71 machos. Foram contabilizadas as durações dos estádios de desenvolvimento (L1, L2, L3, pupa), bem como a duração do ciclo total de desenvolvimento e a longevidade dos indivíduos (apêndice 1).

Os resultados mostram que o estágio de desenvolvimento L1 dura de 1 a 3 dias ( $1,71 \pm 0,48$ ), L2 de 1 a 3 dias ( $1,37 \pm 0,53$ ), L3 de 6 a 15 dias ( $8,19 \pm 1,38$ ) e pupa de 4 a 15 dias ( $5,47 \pm 1,14$ ). O ciclo L1 - Adulto dos indivíduos durou de 14 a 24 dias ( $16,73 \pm 1,56$ ).

Foram observadas diferenças significativas na duração do estágio de desenvolvimento L3 ( $F=18.58$ ;  $df=1$ ;  $p<0.001$ ) e no ciclo total ( $F=15.14$ ;  $df=1$ ;  $p<0.001$ ) entre os sexos dos indivíduos, revelando que o estágio L3 e o desenvolvimento total dos machos duram mais dias em relação ao ciclo de vida das fêmeas.

Tabela 1 - Duração em dias dos estádios do ciclo de vida de *Oxelytrum discicolle* em condições laboratoriais a uma temperatura de  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $75 \pm 10\%$  U. R. e fotoperíodo de 12 horas.

Estádio	Duração média (dias)		
	♂	♀	♂/♀
L1	$1,63 \pm 0,06$	$1,78 \pm 0,05$	$1,71 \pm 0,48^{\text{ns}}$
L2	$1,35 \pm 0,06$	$1,38 \pm 0,07$	$1,37 \pm 0,53^{\text{ns}}$
L3	$8,83 \pm 0,17$	$7,57 \pm 0,14$	$8,19 \pm 1,38^{***}$
Pupa	$5,58 \pm 0,15$	$5,36 \pm 0,11$	$5,47 \pm 1,14^{\text{ns}}$
Ciclo total	$17,38 \pm 0,19$	$16,1 \pm 0,17$	$16,73 \pm 1,56^{***}$

Legenda: ‘\*\*\*’  $p<0.001$  (Significativo para o Teste de Tukey). A duração dos estádios está descrita como a média  $\pm$  EP.

A longevidade dos indivíduos durou de 19 a 114 dias ( $62,63 \pm 18,0$ ). Os dados do atual trabalho foram comparados aos dados do trabalho de Caneparo (2017) (os dados podem ser encontrados no documento da tese da autora). Pode-se observar que os indivíduos do presente estudo sobrevivem um período de tempo maior se comparado aos indivíduos do estudo comparado. Entretanto, os resultados não demonstram diferenças significativas quanto à longevidade entre os sexos.

Tabela 2 - Longevidade, em dias, de machos, fêmeas e de ambos os sexos de *Oxelytrum discicolle* (média  $\pm$  desvio padrão) nas condições laboratoriais de  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , fotoperíodo de 12 horas e U. R.  $75 \pm 10\%$ .

Autor	Caneparo (2017)	Presente estudo
Longevidade em dias		
♂	$50,4 \pm 7,6$	$62,84 \pm 2,25$

♀	51,2 ± 11,5	62,41 ± 2,45
♂/♀	50,8 ± 9,78	62,63 ± 18,0

Legenda: A duração da longevidade está descrita como a média ± EP.

## 1.5 DISCUSSÃO

Os resultados do presente trabalho mostram que a média de duração mais longa foi no estágio L3, tendo diferença significativa para os machos. Consequentemente, o ciclo total de desenvolvimento de machos também é maior, quando comparado ao das fêmeas. Assim, foi observado que machos demoram mais a se tornar adultos, sugerindo que o sexo influencia no tempo de desenvolvimento da espécie. Frequentemente, a diferença no tempo de desenvolvimento entre os sexos gera dimorfismo de tamanho sexual (Blanckenhorn et al. 2007; Esperk et al. 2007), estabelecendo um trade-off entre esses traços (Blanckenhorn et al. 2007). Nesse sentido, percebe-se que o sucesso reprodutivo de fêmeas se dá pelo maior tamanho corporal que está relacionado à maior fecundidade, enquanto que o sucesso reprodutivo nos machos está condicionado à sua capacidade de acasalamento (Blanckenhorn 2005). Jarošík e Honek (2007) perceberam que, de maneira geral, machos da ordem Coleoptera se desenvolvem mais rápido quando comparados às fêmeas, o que não foi observado no presente estudo.

No entanto, quando se compara insetos holometábolos com os hemimetábolos, estes têm um desenvolvimento gradual das gônadas, resultando em uma taxa de desenvolvimento maior, ou seja, desenvolvem-se mais rápido (Blanckenhorn et al. 2007; Jarošík and Honek 2007). Esse desenvolvimento mais demorado em holometábolos pode ser pelo fato de que tais insetos ocupam ambientes distintos ao longo de seu desenvolvimento, com condições bióticas e abióticas diferentes. Dessa forma, toda adaptação é incorporada se aumenta a sobrevivência ou o fitness da espécie (Blanckenhorn et al. 2007). Nesse contexto, é vantajoso para o macho permanecer na fase larval se isso ajuda na maturação de suas gônadas até a fase adulta, aumentando sua sobrevivência (Kerkis 1931; Blanckenhorn et al. 2007), isto pode ser observado na maior duração do instar L3 de machos de *O. discicolle*. Além disso, a emergência antecipada das fêmeas pode ser fundamental para a maturidade sexual, uma vez que precisam se alimentar para amadurecer seus ovos antes de se reproduzirem (Blanckenhorn et al. 2007), indo ao encontro do menor tempo de desenvolvimento das fêmeas neste estudo.

Sabe-se que os insetos precisam de uma relação entre tempo e temperatura para se desenvolver (van der Have 2002; Jarošík et al. 2002; Jarošík et al. 2004; Jarošík and Honek

2007). Isso porque conforme a temperatura aumenta, a taxa de desenvolvimento também aumenta até se atingir uma temperatura ótima (Wagner et al. 1991; Roy et al. 2002; Jarošík and Honek 2007; Velásquez & Vilorio 2009). Estudos sobre faixas de temperaturas ideais para o desenvolvimento de insetos consideram cerca de 20°C para as espécies crescerem e se reproduzirem (Charnov and Gillooly 2003; Gillooly et al. 2002). Trabalhos sobre parâmetros biológicos da espécie *O. discicolle* consideram a temperatura de 25°C como temperatura ótima de desenvolvimento (Mise 2011; Caneparo 2017; Bonfanti et al. 2018). Por isso, tal temperatura foi utilizada no presente estudo. Comparando-se com estudos anteriores, é possível observar que a fase de maior duração foi a fase L3, ficando próximo do valor encontrado por Bonfanti (2018), de  $8.50 \pm 0.13$  dias, e sendo menor do que o tempo encontrado por Mise (2011), de  $10.27 \pm 2.27$  dias. Essa diferença pode ser explicada pelos indivíduos serem de populações de estados diferentes do país, Santa Catarina e Paraná, respectivamente (Owings et al. 2014). Estes resultados reforçam que, ainda que os trabalhos tratem da mesma espécie, a biologia do desenvolvimento pode variar conforme a região geográfica.

Além disso, cabe ressaltar a longevidade da espécie como forma de adquirir mais conhecimento acerca de sua história de vida. No estudo feito por Caneparo (2017), foi visto que machos e fêmeas possuem uma longevidade bem menor quando comparada ao presente trabalho. Também, foi observado que a longevidade de machos e fêmeas diminuiu com o aumento da temperatura, visto que a criação foi submetida a diferentes temperaturas (Caneparo 2017), confirmando que a temperatura é um importante fator abiótico que influencia na sobrevivência (Hallman and Denlinger 1998). Ademais, a criação seguida no atual estudo, com as espécimes dispostas individualmente com alimentação *ad libitum*, pode ter contribuído para uma maior longevidade, embora tenha sido a mesma criação usada por Caneparo (2017). Isso porque corpos em decomposição são recursos efêmeros e viver em conjunto com outros indivíduos aumenta a competição e pode, conseqüentemente, aumentar o estresse (Epel and Lithgow 2014).

Evidenciou-se, portanto, que, para a espécie *O. discicolle*, o estágio L3 é o mais demorado em relação aos outros estágios e que há diferença significativa em L3 e no ciclo total entre os sexos, sendo mais longo em machos. Ainda, o estudo da longevidade não mostrou diferenças significativas entre os sexos, mas diferiu de estudos anteriores realizados no Brasil. Os resultados contribuem para agregar conhecimento sobre a biologia de *O. discicolle*, bem presente em estudos em entomologia forense no Brasil, considerando a população de uma região até então nunca estudada. Assim, espera-se alcançar novos panoramas para a entomologia forense.

## 1.6 REFERÊNCIAS

- Almeida LM, Corrêa RC, Grossi PC (2015) Coleoptera species of forensic importance from Brazil: an updated list. *Revista Brasileira de Entomologia* 59: 274 – 284.
- Almeida LM, Marinoni L, Clarkson B (2024) Cap. 7, Coleta, montagem, preservação e métodos para estudos, pp. 120-136. In: Rafael JA, Melo GAR, Carvalho CJB de, Casari S, Constantino R (eds). *Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia*. 2ª ed. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 880 pp.
- Almeida LM, Mise KM (2009) Diagnosis and key of the main families and species of South American Coleoptera of forensic importance. *Revista Brasileira de Entomologia*. 53,227–244.
- Amendt J, Krettek R, Zehner R (2004) Forensic entomology. *Naturwissenschaften* 91: 51–65.
- Barreto M, Burbano ME, Barreto P (2002) Flies (Calliphoridae, Muscidae) and beetles (Silphidae) from human cadavers in Cali, Colombia. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 97: 137–138.
- Benecke M (2001) A brief history of forensic entomology. *Forensic Science International* 120: 2–114.
- Benecke M, Josephi E, Zweihoff R (2004) Neglect of the elderly: forensic entomology cases and considerations. *Forensic Science International* 146: 195–199.
- Benecke M, Lessig R (2001) Child neglect and forensic entomology. *Forensic Science International* 120: 155–159.
- Bergeret M (1855) Infanticide. Momification naturelle du cadavre. *Annales d'Hygiène Publique et de Médecine Légale* 4: 442–452.
- Blanckenhorn WU (2005) Behavioral causes and consequences of sexual size dimorphism. *Ethology*, 111, 977–1016. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.2005.01147.x>
- Blanckenhorn WU, Dixon AFG, Fairbairn DJ, Foellmer MW, Gibert P, van der Linde K, Meier R, Nylin S, Pitnick S, Schoff C, Signorelli M, Teder T, Wiklund C (2007) Proximate Causes of Rensch's Rule: Does Sexual Size Dimorphism in Arthropods Result from Sex Differences in Development Time? *The American Naturalist*, 169(2):245-257. DOI: 10.1086/510597
- Bonfanti CF, Gaedke A, Mouga DMDS (2018) Fases de desenvolvimento de *Oxelytrum discicolle* (Brullé, 1840) (Silphidae, Coleoptera) na região nordeste de Santa Catarina. *Acta Biológica Catarinense*. Maio-Ago;5(2):20-4. DOI: 10.21726/abc.v5i2.594
- Caneparo MFC (2017) Uma abordagem multidisciplinar para a compreensão do papel de *Oxelytrum erythrurum* (Blanchard) e *Oxelytrum discicolle* (Brullé) (Coleoptera: Silphidae) na entomologia forense. Tese (Doutorado em Entomologia) - Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, p. 129.

Carvalho LM, Thyssen PJ, Linhares AXF, Palhares AB (2000) A checklist of Arthropods associated with pig carrion and human corpses in Southeastern Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 95: 135–138.

Catts EP (1992) Problems in estimating the postmortem interval in death investigations. *Journal Agricultural Entomology*. 9, 245-255.

Catts EP, Goff ML (1992) Forensic Entomology in criminal investigation. *Annual Review of Entomology* 37: 253–272. DOI: 10.1146/annurev.en.37.010192.001345

Charnov EL & Gillooly JF (2003) Thermal time: body size, food quality and the 10 °C rule. *Evolutionary Ecology Research*, 5, 43–51.

Cieśla J, Skrobisz J, Niciński B, Kloc M, Mazur K, Pałasz A, Javan GT and Tomsia M (2023) The smell of death. State-of-the-art and future research directions. *Frontiers in Microbiology*, 14:1260869. doi: 10.3389/fmicb.2023.1260869

Corrêa RC, Caneparo MFC, Vairo KP, Lara AG, Moura MO (2019) What have we learned from the dead? A compilation of three years of cooperation between entomologists and crime scene investigators in Southern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 63 224–231. <https://doi.org/10.1016/j.rbe.2019.05.009>

Epel ES, Lithgow GJ (2014) Stress biology and aging mechanisms: toward understanding the deep connection between adaptation to stress and longevity. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences* 69, S10–S16.

Esperk T, Tammaru T, Nylin S, Teder T (2007) Achieving high sexual size dimorphism in insects: females add instars. *Ecological Entomology*, 32, 243–256. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.2007.00872.x>

Freire O (1914a) Algumas notas para o estudo da fauna cadavérica da Bahia. *Gazeta Médica da Bahia* 46: 110–125.

Freire O (1914b) Algumas notas para o estudo da fauna cadavérica da Bahia. *Gazeta Médica da Bahia* 46: 149–162.

Gillooly JF, Charnov EL, West GB, Savage VM & Brown JH (2002) Effects of size and temperature on developmental time. *Nature*, 417, 70–73. doi: 10.1038/417070a

Greenberg B (1991) Flies as forensic indicators. *Journal of Medical Entomology*, 28: 565-577. doi: 10.1093/jmedent/28.5.565

Hallman GJ, Denlinger DL (1998) Introduction: Temperature sensitivity and integrated pest management. In: Hallman GJ, Denlinger DL (Ed.). *Temperature sensitivity in insects and application in integrated pest management*. Boulder: Westview Press. cap. 1. p. 1-5.

Haskell N, Hall R, Cervenka V, Clark M (1997) On the body: Insects' life stage presence and their postmortem artifacts, p. 415– 448. In: W. D. Haglung & M. H. Sorg (eds.). *Forensic Taphonomy: The post mortem fate of human remains*. CRC. Press, Boca Raton, xiii+684 p.

IBGE (2012) Manual técnico da vegetação brasileira: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos. 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE. 272 p.

Jarošík V, Honek A (2007) Sexual differences in insect development time in relation to sexual size dimorphism. Sex, size and gender roles: evolutionary studies of sexual size dimorphism. Oxford University Press, Oxford, United Kingdom, p. 205-211.

Jarošík V, Honek A & Dixon AFG (2002) Developmental rate isomorphy in insects and mites. *American Naturalist*, 160, 497–510. doi: 10.1086/342077

Jarošík V, Kratochvíl L, Honek A & Dixon AFG (2004) A general rule for the dependence of developmental rate on temperature in ectotherms. *Proceedings of the Royal Society London B (Supplementum)*, 271, S219–S221. DOI: 10.1098/rsbl.2003.0145

Keh B (1985) Scope and applications of forensic entomology. *Annual Review of Entomology* 30: 137–154.

Kerkis J (1931) The growth of the gonads in *Drosophila melanogaster*. *Genetics* 16:212–242.

Kulshrestha P, Satpathy DK (2001) Use of beetles in Forensic Entomology. *Forensic Science International* 120: 15-17. doi: 10.1016/s0379-0738(01)00410-8.

Lira LA, Macedo MP, Pujol-Luz JR, Vasconcelos SD (2019) Diel activity and effect of carcass decomposition on the attractiveness to the forensically important species *Oxelytrum discicolle* (Coleoptera: Silphidae). *Journal of Forensic Sciences* 64, 799-804. DOI: 10.1111/1556-4029.13954

Mégnin J (1894) La faune des cadavres: application de l'entomologie a la medecine legale. *Encyclopedie Scientifique des Aides Memoires*. Masson et Gauthiers-Villars, Paris, 214 p.

Mise K (2011) Parâmetros biológicos e métodos de diferenciação de espécies e ínstares de Coleoptera de interesse forense. Tese (Doutorado em Entomologia) - Departamento de Zoologia, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, p.91.

Mise KM, Almeida LM, Moura MO (2007) Levantamento da fauna de Coleoptera que habita a carcaça de *Sus scrofa* L., em Curitiba, Paraná. *Revista Brasileira de Entomologia* 51: 358–368.

Motter MG (1898) A contribution to the study of the fauna of the grave. A study of one hundred and fifty disinterments, with some additional experimental observations. *Journal of the New York Entomological Society* 6, 201–231.

Mumcuoglu K, Gallili N, Reshef A, Brauner P, Grant H (2004) Use of human lice in forensic entomology. *Journal of Medical Entomology* 41: 803–806.

Oliva A, Di-Iorio OR (2008) Silphidae. In: Claps LE, Debandi G, Roig-Junent S (Eds.), *Biodiversidad de Artropodos Argentinos*. vol. 2. Buenos Aires, Argentina: Sociedad Entomologica Argentina, pp. 461–70.

Oliveira-Costa J (2007) Entomologia forense. Quando os insetos são vestígios. 2. ed. Campinas: Millennium Editora.

Oliveira-Costa J, Mello-Patiu CA (2004) Application of Forensic Entomology to estimate of the postmortem interval (PMI) in homicide investigations by the Rio de Janeiro Police Department in Brazil. *Aggrawal's Int. Journal of Forensic Medicine & Toxicology* 5: 40-44.

Owings CG, Spiegelman C, Tarone AM (2014) Developmental variation among *Cochliomyia macellaria* Fabricius (Diptera: Calliphoridae) populations from three ecoregions of Texas, USA. *International Journal of Legal Medicine* 128, 709–717. <https://doi.org/10.1007/s00414-014-1014-0>

Payne JA (1965) A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus. *Ecology* 46: 592–602.

Peck SB, Anderson RS (1985) Taxonomy, phylogeny and biogeography of the carrion beetles of Latin America (Coleoptera: Silphidae). *Quaestiones Entomologicae* 21: 247–317.

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

Repogle J, Lord WD, Bodowle B, Meinking T, Taplin D (1994) Identification of host DNA by amplified fragment length polymorphism (AMP-FLP) analysis of human crab louse excreta. *Journal of Medical Entomology* 31: 686–690.

Roquette-Pinto E (1908) Nota sobre a fauna cadavérica do Rio de Janeiro. *A Tribuna Médica* 21: 413–417.

Roy M, Brodeur J, Cloutier C (2002) Relationship between temperature and developmental rate of *Stethorus punctillum* (Coleoptera: Coccinellidae) and its prey *Tetranychus mcdaniali* (Acarina: Tetranychidae). *Environmental Entomology* 31:177–187.

Santos WE (2014) Papel dos besouros (Insecta, Coleoptera) na Entomologia Forense. *Revista Brasileira de Criminalística* 3(2), 36-40. DOI: <http://dx.doi.org/10.15260/rbc.v3i2.71>

Scott MP (1998) The ecology & behavior of burying beetles. *Annual Review of Entomology* 43: 595 – 618. DOI: 10.1146/annurev.ento.43.1.595

Sikes DS, Thayer MK, Newton AF (2024) Large carrion and burying beetles evolved from Staphylinidae (Coleoptera, Staphylinidae, Silphinae): a review of the evidence. *ZooKeys* 1200: 159–182. <https://doi.org/10.3897/zookeys.1200.122835>

Smith KGV (1986) *A Manual of Forensic Entomology*. British Museum, London.

Souza ASB, Kirst FD, Kruger RF (2008) Insects of forensic importance from Rio Grande do Sul state in Southern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 52: 641–646.

Todd JL, Baker TC (1997) The cutting edge of insect olfaction. *American Entomologist*, 43, 174-182.

- Turchetto M, Lafisca S, Costantini G (2001) Postmortem interval (PMI) determined by study sarcophagous biocenoses: three cases from the province of Venice (Italy). *Forensic Science International* 120, 28–31.
- Van Der Have TM (2002) A proximate model for thermal tolerance in ectotherms. *Oikos*, 98, 141–155. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2002.980115.x>
- Vasconcelos SD, Araújo MCS (2012) Necrophagous species of Diptera and Coleoptera in northeastern Brazil: state of the art and challenges for the forensic entomologist. *Revista Brasileira de Entomologia* 56, 7–14.
- Velásquez Y, Vilorio A (2009) Effects of temperature on the development of the Neotropical carrion beetle *Oxelytrum discicolle* (Brullé, 1840) (Coleoptera: Silphidae). *Forensic Science International* 185: 107–10.
- Velásquez Y, Vilorio A (2010) Instar Determination of the Neotropical Beetle *Oxelytrum discicolle* (Coleoptera: Silphidae). *Journal of Medical Entomology* 47(5): 723–726 (2010); DOI: 10.1603/ME09058
- Wagner TL, Olson RL & Willers JL (1991) Modeling arthropod development time. *Journal of Agricultural Entomology*, 8, 251–270.

**CAPÍTULO 2 - PAPEL DOS VOLÁTEIS DE CORPOS EM DECOMPOSIÇÃO POR  
ARTRÓPODES NO RECRUTAMENTO DE BESOUROS NECRÓFAGOS**

## CAPÍTULO 2 - PAPEL DOS VOLÁTEIS DE CORPOS EM DECOMPOSIÇÃO POR ARTRÓPODES NO RECRUTAMENTO DE BESOUROS NECRÓFAGOS

### 2.1 INTRODUÇÃO

A entomologia forense utiliza os insetos para solucionar questões legais. Com o conhecimento acerca da biologia e do comportamento de insetos e outros artrópodes necrófagos, é possível esclarecer casos judiciais que abrangem crimes, danos urbanos com depredação de patrimônios públicos e danos a produtos estocados (Oliveira-Costa 2007). A partir dessa ciência, pode-se inferir o intervalo *post-mortem* (IPM) que se refere ao intervalo de tempo compreendido entre a morte do indivíduo e o momento em que o corpo foi encontrado (Oliveira-Costa 2011). Nesse contexto, o IPM pode ser elucidado com as informações obtidas por meio do estágio de desenvolvimento das larvas necrófagas encontradas no corpo (Oliveira-Costa 2008), ou por meio do estudo da comunidade de artrópodes associada ao cadáver, uma vez que, ao longo do processo de decomposição do corpo, diferentes artrópodes colonizam o corpo em diferentes tempos, caracterizando a sucessão ecológica (Smith 1986; Catts & Goff 1992).

Coleoptera é uma das principais ordens de insetos envolvidas no processo de sucessão ecológica em cadáveres (Miranda et al. 2013), possuindo muitos representantes necrófagos. Staphylinidae é uma das principais famílias de interesse forense no Brasil, sendo representadas por espécies do gênero *Oxelytrum* (Peck & Anderson 1985; Sikes et al. 2024). A espécie necrófaga *Oxelytrum discicolle* (Brullé, 1840), destaca-se como uma espécie indicadora por sua fácil identificação, por sua ampla distribuição geográfica no País (Peck & Anderson 1985; Carvalho et al. 2000), por possuir gerações curtas (Velásquez & Vilorio 2009), e colonizar e se reproduzir em restos mortais (Mise et al. 2007). Nesse contexto, destaca-se também a espécie *Deltochilum (Rubrohyboma) rubripenne* (Gory, 1831) (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae), conhecida como rola-bosta. Scarabaeinae apresenta uma fauna diversa e rica, bem presente nas florestas tropicais da região Neotropical (Gill 1991; Halffter 1991; Vaz-de-Mello 2000; Nazaré-Silva and Silva 2021). As espécies dessa subfamília possuem potencial forense, uma vez que, larvas e adultos, utilizam corpos em decomposição de animais como recurso alimentar (Halffter & Matthews 1966; Lira and Frizzas 2022). Isso porque, por possuírem dentes no clipeo, suas opções alimentares se ampliaram, sendo encontrados em cadáveres (Nazaré-Silva and Silva 2021; Rossetto et al. 2021).

Sabe-se que a percepção dos sinais químicos em insetos ocorre pela captação de moléculas do odor dispersas no ambiente através das cerdas olfativas presentes em seu corpo (Todd and Baker 1997). A partir do reconhecimento dos compostos químicos, há uma tradução da informação nos centros cerebrais do inseto que o induzem a um determinado comportamento de acordo com a concentração das moléculas de odor no ambiente (Vogt 2003; Blomquist 2003). Embora existam estudos sobre sinais químicos de coleópteros (Francke and Dettner 2005), há a necessidade de aprofundamento na busca de informações sobre a ecologia química dos insetos de interesse forense.

Quando o corpo morre, as alterações pós-morte e os compostos orgânicos voláteis (COV) liberados sofrem mudanças com relação ao tempo, intensidade e perfil a depender de fatores extrínsecos e intrínsecos (Cieśła et al. 2023), fazendo com que a decomposição do corpo seja um processo complexo. Sabe-se que nos estágios iniciais da decomposição ocorre liberação de álcoois, compostos de enxofre e trimetilamina. As fases de decaimento têm assinatura olfativa mais forte, com destaque para fenol, sulfeto de dimetila e trissulfeto de dimetila. Já as fases finais da decomposição são caracterizadas pelo aumento na liberação de aldeídos (Dekeirsschieter et al. 2009; Cieśła et al. 2023). Desse modo, tempo, temperatura, umidade, oxigênio, pressão, tipo de solo, ambiente aquático, pH, atividade de insetos, bem como massa corporal, roupas, causa da morte e toxicologia geram perfis de liberação de COVs distintos (Agapiou 2015). Além disso, cada órgão do corpo é composto por um tecido diferente, com células diferentes que, quando em processo de morte, sofrem degradações químicas distintas (Cieśła et al. 2023), contribuindo ainda mais para a complexidade dos COVs da morte.

Artrópodes chegam ao corpo em decomposição em um momento determinado, sendo atraídos por compostos específicos dos estágios de decomposição ou pelos insetos já presentes no corpo, já que muitos são predadores de outros insetos necrófagos. Esse fenômeno caracteriza a sucessão ecológica (Payne 1965). No estágio fresco de decomposição, moscas colonizam o cadáver, onde depositam seus ovos. Com a eclosão das larvas de Diptera e junto com o avanço da decomposição, diversas famílias de Coleoptera colonizam o cadáver (Santos 2014). Adultos de *O. discicolle* são conhecidos por predação de larvas de moscas (Mise et al. 2007), sendo que os machos chegam antes das fêmeas até o cadáver (Fockink 2013). Já indivíduos de Scarabaeinae se alimentam do conteúdo gerado pela microbiota cadavérica (Holter 2016, Holter and Scholtz 2007) que, possivelmente, é mais atrativo em cadáveres previamente colonizados por outros artrópodes e mais facilitado em corpos em estágios mais tardios de decomposição.

No Brasil, ainda faltam estudos sobre o processo de sucessão ecológica por artrópodes em corpos em decomposição (Midgley et al. 2010; Ries et al. 2021). Além disso, a atratividade

de besouros necrófagos é pouco compreendida, sobretudo de rola-bostas. Ademais, pouco se sabe sobre a significância biológica dos compostos químicos presentes nesse fenômeno, sendo que a compreensão da influência de compostos voláteis sobre besouros da fauna forense pode contribuir para a elucidação de circunstâncias da morte, bem como possibilitar estimativas de IPM mais precisas. Ainda, a escassez de informações acerca da ecologia química de espécies de interesse forense presentes em Minas Gerais complementa a relevância desta dissertação. Sendo assim, a pergunta norteadora deste capítulo é: A colonização prévia de corpos em decomposição por artrópodes é importante para a atratividade de besouros de importância forense?

## 2.2 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo geral investigar a atratividade de compostos voláteis liberados por corpos em decomposição que foram colonizados anteriormente por artrópodes sobre machos da espécie *O. discicolle* e sobre machos e fêmeas da espécie *D. rubripenne*, visando, especificamente, a: (1) analisar, em laboratório, a atratividade de corpos de *Sus scrofa* Linnaeus, 1758 nos estágios fresco e avançado de decomposição, colonizados e não colonizados por artrópodes, sobre machos da espécie *O. discicolle*; (2) analisar, em laboratório, a atratividade de corpos de *S. scrofa* nos estágios fresco e avançado de decomposição, colonizados e não colonizados por artrópodes, sobre machos e fêmeas de *D. rubripenne*.

## 2.3 HIPÓTESES

- (1) Machos de *O. discicolle* preferem os odores dos corpos em decomposição avançada em relação aos odores dos corpos em decomposição inicial.
- (2) Machos de *O. discicolle* preferem os odores dos corpos em decomposição previamente colonizados por artrópodes em relação aos corpos não colonizados;
- (3) Machos e fêmeas de *D. rubripenne* têm preferência pelos odores dos corpos em decomposição avançada em relação aos odores dos corpos em estágio inicial de decomposição;
- (4) Machos e fêmeas de *D. rubripenne* têm preferência pelos odores dos corpos em decomposição previamente colonizados por artrópodes em relação aos corpos não colonizados.

## **2.4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.4.1 Coleta de dados**

A área de estudo e a metodologia de coleta das espécies *O. discicolle* e *D. rubripenne* estão descritas no capítulo anterior, seções 1.3.1. e 1.3.2.

### **2.4.2 Criação de *O. discicolle* em laboratório**

A metodologia de criação da espécie *O. discicolle* está descrita no capítulo anterior, seção 1.3.3.

### **2.4.3 Criação de *D. rubripenne* em laboratório**

Machos e fêmeas coletados do campo foram mantidos em sala climatizada a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , umidade relativa de  $75\% \pm 10\%$  e fotoperíodo de 12 horas. Os besouros foram sexados e separados em grupos de duas fêmeas e um macho mantidos em potes plásticos. Foram utilizados potes de 500 ml e de 1000 ml, cobertos com voil para evitar a entrada de parasitas e esporos de fungos. Como substrato, foi adicionado 10 a 15 cm de terra vermelha, previamente esterilizada por três dias em estufa a  $70^\circ\text{C}$ . Após a esterilização, a terra foi umidificada com água filtrada. Os besouros foram alimentados com 10 g de carne bovina. A manutenção foi realizada duas vezes por semana durante cinco meses, sendo realizadas a troca do algodão e da carne. Assim, foi gerado o protocolo de criação da espécie.

### **2.4.4 Decomposição do material para bioensaios**

Para esta pesquisa foram considerados os estágios de decomposição definidos por Goff (2009), sendo:

1. Fresco: inicia-se no momento da morte até o inchaço evidente do corpo, com colonização dos insetos nas aberturas naturais do corpo;
2. Inchaço: atividade de bactérias anaeróbicas no intestino que resulta na produção de gases, provocando a inflação do abdome;

3. Decaimento: (3.1) Decaimento ativo: ruptura da camada externa da pele com liberação de gases pelo abdome. Além disso, apresenta grande massa larval; (3.2) Decaimento avançado: ausência da maior parte da carne do corpo;
4. Pós-decaimento: o corpo fica reduzido a pele, cartilagem e ossos;
5. Esquelético/restos: apenas ossos e cabelo.

Porcos domésticos *S. scrofa* recém-nascidos e de pequena biomassa (400 g a 500 g), doados já sacrificados por uma fazenda local, foram alocados em um freezer. Conforme os experimentos se sucediam, esses porcos foram colocados para decomposição, em meses que compreenderam o verão e o outono, na área de reserva florestal da Universidade Federal de Lavras composta por Floresta Estacional Semidecidual Montana, com altitude de 920 metros e temperatura média de 20.2°C.

Os estágios de decomposição do estudo foram: fresco e decaimento ativo, que no presente estudo é sinônimo de ‘avançado’. Isso pois, a fase de decaimento ativo apresenta rompimento da pele com início da liquefação dos órgãos internos, além de uma intensa atividade larval de Diptera e, a partir dessa fase, a decomposição prossegue para estágios mais avançados (Hau et al. 2014). Assim, dezoito porcos foram deixados na área florestal até a decomposição fresca (24h) e dez porcos foram deixados até a decomposição avançada (média de 96 h, dependendo das condições climáticas da época). Além do tempo de decomposição analisado, a morfologia do corpo foi verificada de acordo com os estágios de decomposição de Goff (2009). As condições ambientais do clima durante a decomposição dos porcos não foram controladas e nem caracterizadas.

Para a decomposição, os porcos foram dispostos em bandejas ao nível do solo e protegidos por gaiolas de ferro possuindo as dimensões de 50 cm de comprimento, 30 cm de largura e 25 cm de altura, revestidas com tela galvanizada com aberturas de malha de 5 x 15 cm. Como o objetivo do trabalho foi investigar a atratividade da sucessão ecológica em corpos em decomposição para as espécies em questão, os grupos de estudo que não tiveram colonização prévia de artrópodes, tiveram os porcos revestidos com tela mosquiteira a fim de impedir a colonização de artrópodes.

#### **2.4.5 Extração dos voláteis dos porcos**

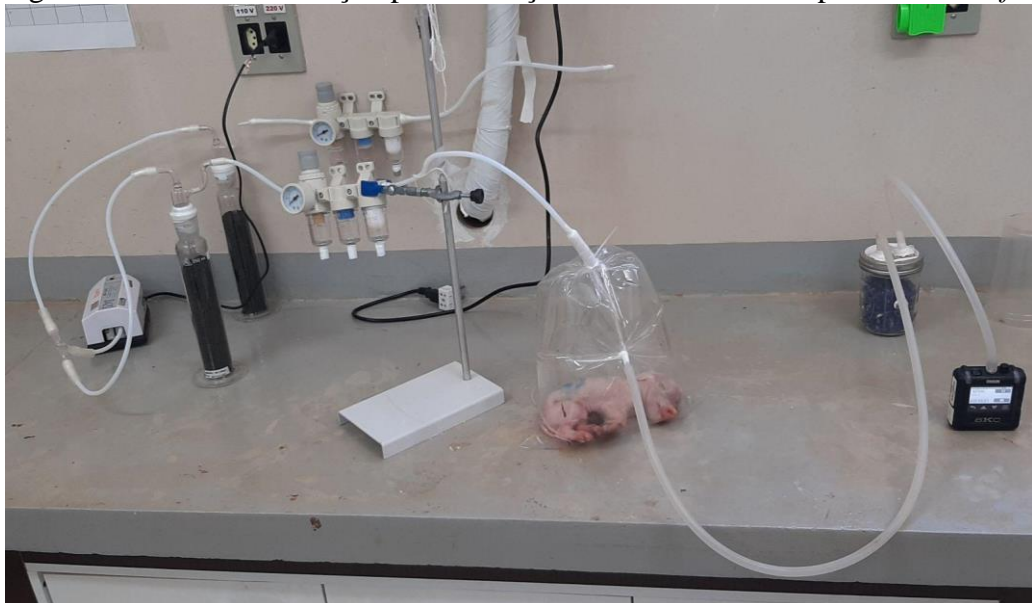
Para a extração dos voláteis: 4 porcos em estágio fresco de decomposição sem colonização de artrópodes, 4 porcos em estágio fresco de decomposição com colonização de

artrópodes, 4 porcos em estágio de decaimento ativo de decomposição sem colonização de artrópodes e 4 porcos em estágio de decaimento ativo de decomposição sem colonização de artrópodes tiveram os voláteis coletados em um sistema de headspace dinâmico (ARS, Gainesville, FL, USA), seguindo o método descrito em Peñaflor et al. (2016). Os voláteis coletados de um porco foram usados para testar 10 indivíduos de *O. discicolle* e 10 indivíduos de *D. rubripenne*. Nos tratamentos com colonização de artrópodes, a fauna colonizadora não foi caracterizada.

Cada substrato, isto é, suíno colocado em decomposição, foi individualmente colocado em sacos plásticos de 41 cm x 33 cm, conectados ao sistema de aeração, com um fluxo de entrada de ar de 1,1 L/min por saco. O ar foi então aspirado a 0,8 L/min por câmara através de uma bomba de vácuo conectada a filtros de coleta de voláteis acoplados aos sacos de tratamento. Esses filtros consistiram em um tubo de vidro fino contendo 30 mg de polímero adsorvente HayeSep-Q® (Hayes Separation Inc., Bandera, TX, EUA). Após 3 horas de aeração dos substratos, os filtros de polímero foram eluídos com 100 µL de diclorometano e os extratos resultantes foram armazenados em frascos de vidro selados e mantidos em um freezer a -80°C.

Todas as coletas foram realizadas no período da manhã.

Figura 1 - Sistema de aeração para obtenção dos voláteis do corpo de *Sus scrofa*.



Fonte: Da autora (2024).

#### 2.4.6 Bioensaios com olfatômetro de dupla-escolha

Machos virgens de *O. discicolle* da geração F1 foram escolhidos para os bioensaios por serem os responsáveis pelo forrageamento da espécie. Além disso, pelo fato de os machos liberarem feromônio que atraem as fêmeas nos cadáveres, os indivíduos foram criados individualmente e não tiveram experiência sexual prévia a fim de não influenciar na escolha do odor. Por outro lado, machos e fêmeas de *D. rubripenne* advindos do campo foram selecionados para os bioensaios porque não houve reprodução da espécie durante a criação e pelo fato de não haver na literatura informações acerca de qual sexo escolhe o alimento.

Desse modo, a resposta comportamental de machos virgens de *O. discicolle* da geração F1, e de machos e fêmeas de *D. rubripenne* do campo para os extratos contendo os voláteis dos corpos dos porcos (estágios fresco e decaimento ativo) foi investigada em um olfatômetro em Y com braços de 20 cm de comprimento e 3 cm de diâmetro, colocado em posição horizontal. Foi utilizado um fluxo de ar contínuo de 2,0 L/min, previamente umidificado e filtrado com carvão ativado. Os bioensaios foram realizados entre 17h30 e 21h00, uma vez que as espécies do estudo são noturnas. Além disso, os testes aconteceram em uma sala com luz vermelha e temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ .

Na extremidade de cada braço do olfatômetro foi colocado uma fonte de odor em um pedaço de papel filtro (2 x 2 cm) dobrado ao meio impregnado com os tratamentos, sendo 30  $\mu\text{L}$  de solução (voláteis extraídos dos porcos) e 70  $\mu\text{L}$  de solvente (óleo de parafina). Esses valores foram definidos a partir de pré-testes. Para os testes com *O. discicolle*, um indivíduo foi introduzido na base do tubo principal do olfatômetro e seu comportamento foi observado durante 5 minutos. Foi considerado como resposta quando o inseto caminhava contra o fluxo de ar em direção à fonte de odor, avançava por mais de 5 cm em algum dos braços e permanecia por 1 minuto ou mais no braço escolhido. Foi considerado como não resposta quando o inseto não saía do tubo principal. A cada 5 insetos, o olfatômetro foi trocado. Além disso, as fontes de odor foram invertidas e renovadas a cada repetição. A fim de otimizar o experimento, visto o número reduzido de indivíduos da espécie e o risco de perdê-los, para os testes com *D. rubripenne*, quatro indivíduos do mesmo sexo foram introduzidos na base do tubo principal do olfatômetro e o comportamento deles foi observado por 1 hora. Foi considerado resposta quando o inseto ia contra o fluxo de ar em direção à fonte de odor, avançava por mais de 5 cm e permanecia no braço escolhido até o término do tempo de observação. Foi considerado como não resposta quando o inseto não saía do tubo principal. A cada grupo de 4 insetos, o olfatômetro foi trocado. Também, as fontes de odor foram invertidas e renovadas a cada repetição.

Para *O. discicolle* foram conduzidos os seguintes experimentos:

**T1** = extrato do corpo avançado com colonização de artrópodes x extrato do corpo fresco com colonização de artrópodes.

Para T1, foram utilizados 20 indivíduos da geração F1. Cada indivíduo foi utilizado duas vezes devido ao número reduzido de indivíduos e à dificuldade de coleta e criação.

**T2** = extrato do corpo avançado com colonização de artrópodes x extrato do corpo avançado sem colonização de artrópodes.

Para T2, foram utilizados 20 indivíduos da geração F2. Cada indivíduo foi utilizado uma vez e os testes cessaram devido à perda repentina de todos os indivíduos. Não foi viável prosseguir com os testes devido à dificuldade de coleta e de criação.

Para *D. rubripenne* foram conduzidos os seguintes experimentos:

**T1** = extrato do corpo avançado com colonização de artrópodes x extrato do corpo fresco com colonização de artrópodes.

**T2** = extrato do corpo fresco com colonização de artrópodes x extrato do corpo fresco sem colonização de artrópodes.

Tanto para T1 quanto para T2, ao todo, foram utilizados 72 indivíduos em cada teste, sendo 9 grupos de 4 fêmeas e 9 grupos de 4 machos. Os indivíduos utilizados foram os indivíduos da coleta, pois não foi observada reprodução na espécie.

#### **2.4.7 Estatística**

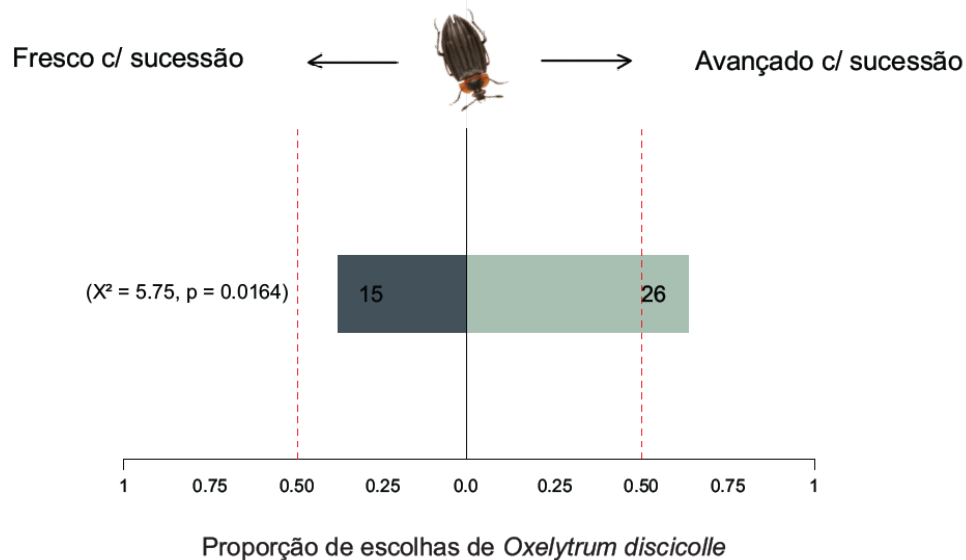
As respostas de machos de *O. discicolle* nos bioensaios foram analisadas por GLM Binomial, porque foi testado um indivíduo por vez, e as respostas de machos e fêmeas de *D. rubripenne* pelo teste Qui-Quadrado, porque foi testado um grupo de 4 indivíduos por vez. Ambos os testes foram realizados com o programa RStudio versão 4.2.3.

### **2.5 RESULTADOS**

#### **2.5.1 A espécie *O. discicolle* tem preferência por corpos em estágio avançado de decomposição previamente colonizados por artrópodes**

Havendo divergência acerca da escolha do estado de decomposição de cadáveres, foi investigada a preferência da espécie, sendo observada diferença significativa sobre o estágio de decomposição avançado com sucessão de artrópodes.

Figura 2 - Respostas de machos de *Oxelytrum discicolle* aos voláteis presentes no extrato fresco com colonização de artrópodes e aos voláteis presentes no extrato avançado (decaimento ativo) com colonização de artrópodes, ambos de corpos de suínos.

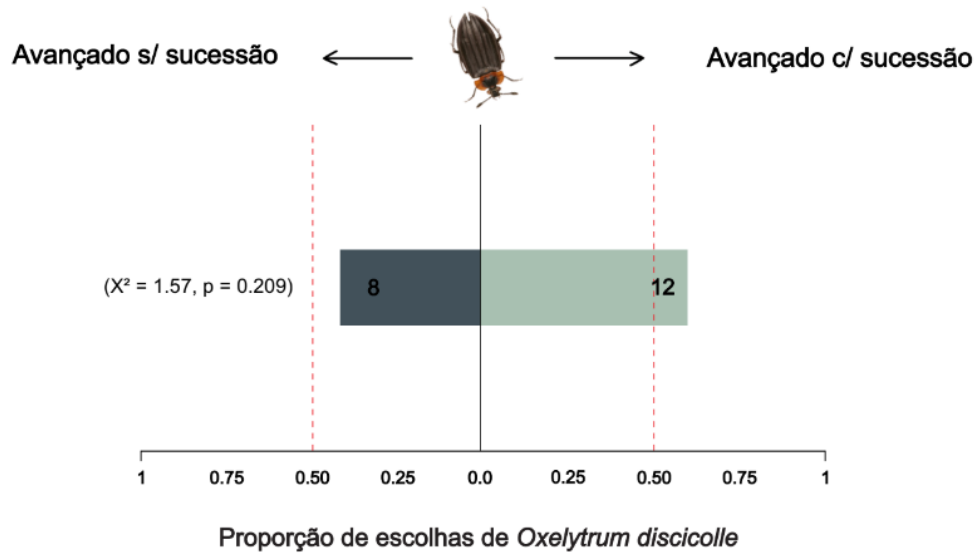


Legenda: Os dados foram analisados com o teste GLM Binomial,  $p < 0.05$ .

### 2.5.2 A colonização prévia de artrópodes em corpos em estágio avançado de decomposição não interfere na preferência da espécie *O. discicolle*

Neste experimento, não houve restrições quanto a qual artrópode poderia colonizar o corpo colocado em decomposição. O resultado demonstra que não há diferença significativa quanto à atratividade de corpos colonizados por artrópodes e em estágio avançado de decomposição sobre a espécie *O. discicolle*, considerando o número de indivíduos utilizados.

Figura 3 - Respostas de machos de *Oxelytrum discicolle* aos voláteis presentes no extrato avançado com colonização de artrópodes e aos voláteis do extrato avançado (decaimento ativo) sem colonização de artrópodes nos corpos de suínos.

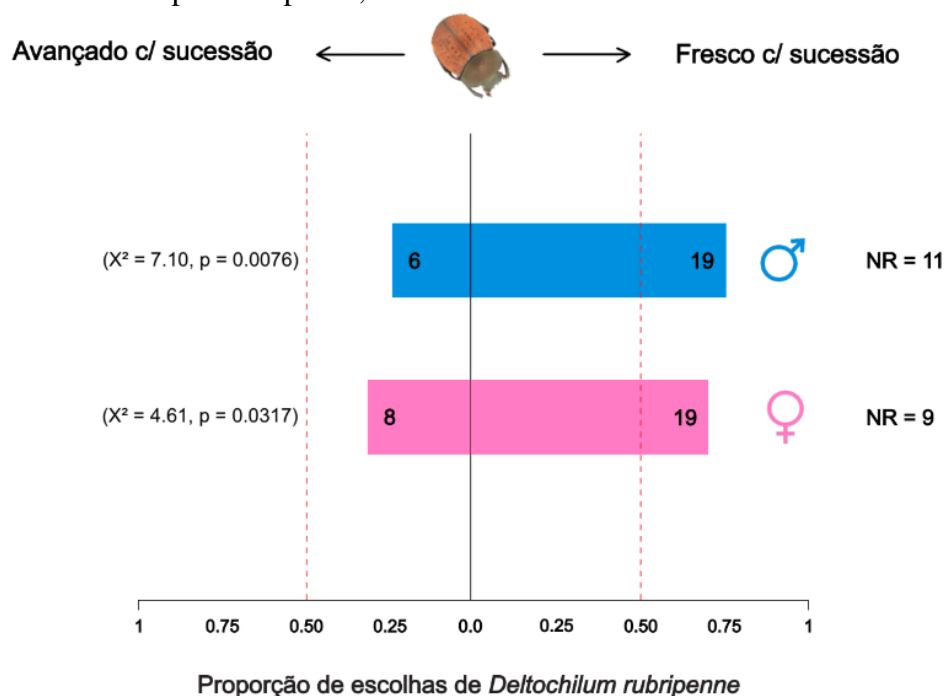


Legenda: Os dados foram analisados com o teste GLM Binomial,  $p < 0.05$ .

### 2.5.3 A espécie *D. rubripenne* tem preferência por corpos em estágio fresco de composição com sucessão de artrópodes

Considerando a atratividade dos voláteis presentes em corpos em decomposição colonizados por artrópodes, os resultados revelam que a espécie é atraída pelos estágios iniciais de decomposição.

Figura 4 - Respostas de machos e de fêmeas de *Deltochilum rubripenne* aos voláteis presentes no extrato em estágio avançado (decaimento ativo) de decomposição com colonização prévia de artrópodes e aos voláteis no extrato fresco de decomposição colonizados por artrópodes, ambos de suínos.

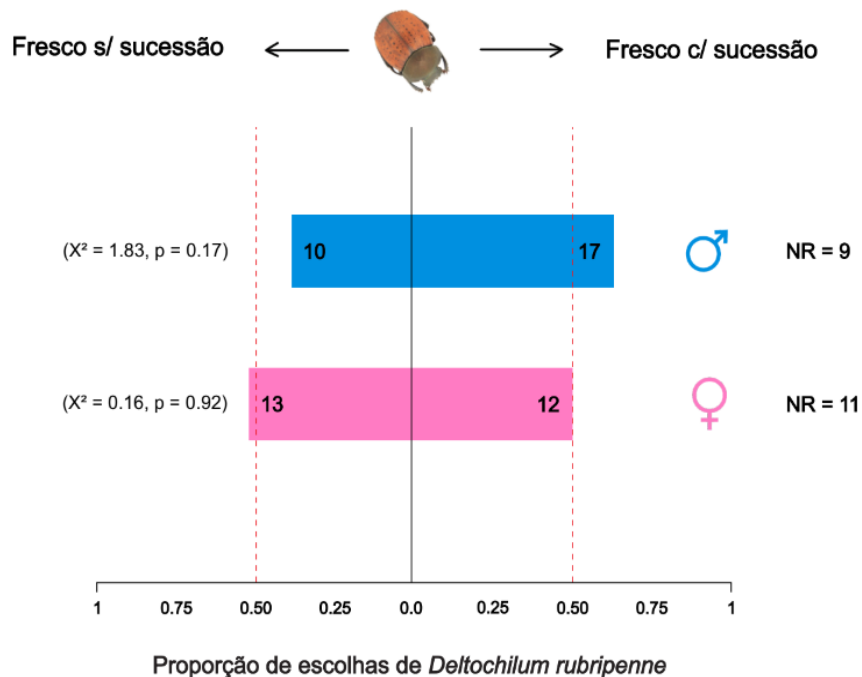


Legenda: Os dados foram analisados com o teste Qui-quadrado,  $p < 0.05$ . NR: não resposta.

#### 2.5.4 A colonização de artrópodes de corpos em decomposição no estágio fresco não influencia na atratividade de *D. rubripenne*

Neste experimento, os artrópodes tiveram livre acesso ao corpo colocado em decomposição. Os resultados não demonstram diferenças significativas entre corpos com colonização prévia de artrópodes e corpos sem colonização prévia de artrópodes, tanto para machos quanto para fêmeas.

Figura 5 - Respostas de machos e de fêmeas de *Deltochilum rubripenne* aos voláteis presentes em corpos de suínos em estágio fresco de decomposição sem a colonização prévia de artrópodes e aos voláteis de corpos de suínos em estágio fresco de decomposição com a colonização prévia de artrópodes.



Legenda: Os dados foram analisados com o teste Qui-quadrado,  $p < 0.05$ . NR: não resposta.

## 2.6 DISCUSSÃO

Os bioensaios revelaram que machos da espécie *O. discicolle* têm preferência pelos odores dos corpos no estágio avançado de decomposição e que a colonização prévia de artrópodes no corpo não interfere nessa escolha. Por outro lado, a espécie *D. rubripenne* é atraída por corpos em estágio fresco de decomposição, também não sendo influenciada pela

colonização prévia de artrópodes no corpo. As famílias Staphylinidae e Scarabaeidae, por exemplo, possuem espécies com potencial e uso na entomologia forense, sobretudo na determinação do IPM (Oliveira-Costa 2011). A percepção dos sinais químicos do cadáver no ambiente pelos insetos é essencial para a localização eficiente de seu alimento (Vogt 2003; Blomquist 2003). Além disso, existe uma sucessão ecológica no cadáver de modo que cada fase da decomposição atrai espécies de insetos específicas (Catts & Goff 1992). Nesse contexto, o estudo do acesso ao corpo em decomposição, bem como seu estado e a atratividade química dos compostos voláteis ali emitidos é fundamental para a compreensão desse fenômeno.

Peças bucais do tipo mastigador estão presentes em besouros que se alimentam de substratos sólidos (Chapman 2013), sendo encontradas em *O. discicolle*. Nesse contexto, é presumido que o estágio de decomposição de cadáveres não seria problemático para a alimentação dessa espécie, sendo o acesso ao alimento independente do grau de decomposição do corpo. Tanto que, na literatura, estão relatadas coletas de *O. discicolle* no estado de São Paulo, encontrados em cadáveres humanos em estágios avançados de decomposição (Carvalho et al. 2000), e, também, essa espécie foi coletada nos estágios fresco e inchado em cadáveres na Colômbia (Barreto et al. 2002). No entanto, no presente estudo foi observado que corpos em estágio avançado de decomposição foram mais atrativos para machos de *O. discicolle*. Dessa forma, tendo em vista a acessibilidade ao alimento e a divergência na literatura acerca da preferência alimentar de *O. discicolle*, é válido considerar que compostos voláteis liberados pelo cadáver interferem nessa escolha (Cieśła et al. 2023).

A decomposição do corpo pela ação de microrganismos está associada à liberação de odores (Goff 2009; Cieśła et al. 2023). Tais odores consistem em compostos orgânicos voláteis (COVs) que diferem de acordo com o estágio de decomposição do cadáver, sofrendo interferência de temperatura, condições ambientais, tipos de microrganismos e insetos que colonizam o corpo em decomposição (Cieśła et al. 2023). Sabe-se que os adultos de *O. discicolle* se alimentam tanto do cadáver em decomposição, quanto das larvas de Diptera que ali se encontram (Mise et al. 2007). Frederickx et al. (2012), observaram que os estágios larval e de pupa de *Calliphora vicina* (Diptera: Calliphoridae) apresentaram perfis de liberação de voláteis específicos. Tal observação pode corroborar com os resultados preliminares deste trabalho com relação à atratividade de corpos em estágio avançado de decomposição previamente colonizados por artrópodes. Isso porque os estágios mais tardios de decomposição apresentam grande massa larval (Goff 2009), que possivelmente liberam COVs específicos indicando a presença das larvas, tornando-se, assim, mais atrativos para a espécie *O. discicolle*.

Fockink et al. (2013) observaram que os machos da espécie *O. discicolle* encontram o alimento, liberam feromônio sobre o cadáver e, essa sinergia de componentes feromonais somado aos voláteis do cadáver, atraem as fêmeas para a cópula no cadáver. Tanto que, nesse mesmo estudo, foi visto que as fêmeas não são atraídas por cadáveres sem o feromônio do macho. Após a cópula, a fêmea deposita seus ovos ao redor do cadáver e, ao eclodirem, as larvas se alimentam do próprio cadáver, pois são necrófagas (Mise et al. 2007). Um estudo com *Nicrophorus vespilloides* (Coleoptera: Staphylinidae) avaliou que fêmeas sexualmente maduras preferem corpos nos estágios iniciais de decomposição (Delclos et al. 2020). Por outro lado, fêmeas jovens de *N. vespilloides* preferem estágios mais tardios de decomposição (von Hoermann et al. 2016). Os machos de *O. discicolle* testados no presente trabalho preferiram corpos em estágio de decomposição avançada, atraindo as fêmeas para a cópula e, conseqüentemente, possibilitando uma facilidade de acesso ao alimento para suas larvas necrófagas (Caneparo 2017). Além disso, cabe destacar que o tempo de desenvolvimento das larvas até o estágio adulto é curto, considerando uma temperatura de  $\pm 25^{\circ}\text{C}$  (Mise 2011, Bonfanti et al. 2018), o que possibilita as larvas usufruírem do recurso efêmero que é um corpo em decomposição. Ainda, é válido ressaltar a carga nutritiva dos cadáveres nesse estágio. Isso porque nos estágios mais tardios da decomposição, a atividade das larvas já emergidas no corpo junto à atividade bacteriana no interior do corpo fazem com que haja o extravasamento do abdome com a liberação de gases (Goff 2009). Cada microrganismo produz um perfil de voláteis diferente, interagindo com espécies distintas de insetos (Cieśła et al. 2023). Dessa forma, os microrganismos das fases avançadas da decomposição podem influenciar no desenvolvimento das larvas.

Como espécie com potencial forense que também acessa corpos em decomposição, há a espécie *D. rubripenne* (Almeida et al. 2015; Lira et al. 2019; Shao et al. 2024). É importante ressaltar que os besouros da subfamília Scarabaeinae passaram por várias adaptações a substratos e texturas de diferentes alimentos ao longo de sua evolução (Bai et al. 2015). Muitos besouros adultos de rola-bosta se alimentam da microbiota viva e morta presente no esterco fresco (Holter 2016, Holter and Scholtz 2007) devido à decomposição tanto da lignina, quanto dos carboidratos das fibras, pelos fungos e bactérias presentes no esterco (Holter and Hendriksen 1988). Além disso, há um alto teor de nitrogênio nesse material (Holter 2016) que indica uma boa qualidade da matéria orgânica para organismos heterotróficos (Swift et al. 1979; Elser 2000; Dorgelo and Leonards 2001). No contexto da decomposição cadavérica, sabe-se que, logo após a morte, a decomposição dos tecidos orgânicos se inicia com a autólise celular por enzimas hidrolíticas, resultando na liberação de carboidratos, proteínas e minerais das

estruturas do corpo, somado à putrefação, na qual bactérias pertencentes à microbiota do corpo metabolizam tais compostos, havendo a liberação de certos elementos, como o nitrogênio (Adserias-Garriga et al. 2017). Isso corrobora com a maior atratividade da espécie *D. rubripenne* para a fase fresca de decomposição. Ainda, indivíduos dessa espécie apresentam pequenos dentículos no clipeo que podem facilitar o acesso a substratos mais sólidos, como corpos nos estágios iniciais da decomposição.

Fica claro, portanto, que o estágio avançado de corpos em decomposição é mais atrativo para a espécie *O. discicolle* se comparado a corpos em estágio fresco. Entretanto, machos e fêmeas de *D. rubripenne* têm preferência por corpos em estágio fresco de decomposição em relação a corpos em estágios mais tardios. Além disso, os testes com a presença e ausência de colonização de artrópodes não mostraram interferência na atratividade das espécies. Os resultados contribuem para ampliar o conhecimento acerca das condições de maior atratividade para as espécies de besouros de interesse forense em questão, ressaltando a influência da sucessão ecológica em cadáveres. Assim, espera-se aprimorar as investigações criminais, bem como abrir novos horizontes de pesquisa para a área de ecologia química em entomologia forense.

## 2.7 REFERÊNCIAS

Adserias-Garriga J, Quijada NM, Hernandez M, Rodríguez Lázaro D, Steadman D, Garcia-Gil LJ (2017) Dynamics of the oral microbiota as a tool to estimate time since death. *Molecular Oral Microbiology*;32(6):511-516. doi: 10.1111/omi.12191

Agapiou A, Zorba E, Mikedi K, McGregor L, Spiliopoulou C, Statheropoulos M (2015) Analysis of volatile organic compounds released from the decay of surrogate human models simulating victims of collapsed buildings by thermal desorption-comprehensive two-dimensional gas chromatography-time of flight mass spectrometry. *Analytica Chimica Acta* 883, 99–108. doi: 10.1016/j.aca.2015.04.024

Almeida LM, Corrêa RC, Grossi PC (2015) Coleoptera species of forensic importance from Brazil: an updated list. *Revista Brasileira de Entomologia* 59 274–284.

Almeida LM, Marinoni L, Clarkson B (2024) Cap. 7, Coleta, montagem, preservação e métodos para estudos, pp. 120-136. In: Rafael JA, Melo GAR, Carvalho CJB de, Casari S, Constantino R (eds). *Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia*. 2ª ed. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 880 pp.

Bai M, Li S, Lu L, Yang H, Tong Y, Yang X (2015) Mandible evolution in the Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) and adaptations to coprophagous habits. *Frontiers in Zoology* 12:30 DOI 10.1186/s12983-015-0123-z

- Barreto M, Burbano ME and Barreto P (2002) Flies (Calliphoridae, Muscidae) and beetles (Silphidae) from human cadavers in Cali, Colombia. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 97: 137–138. doi: 10.1590/s0074-02762002000100025
- Blomquist GJ (2003) Biosynthesis of cuticular hydrocarbons. In *Insect pheromone Biochemistry and Molecular Biology: the biosynthesis and detection of insect pheromones and plant volatiles*, Breer H, Krieger J, Eds. Elsevier: Oxford; p 492.
- Bonfanti CF, Gaedke A, Mougá DMDS (2018) Fases de desenvolvimento de *Oxelytrum discicolle* (Brullé, 1840) (Silphidae, Coleoptera) na região nordeste de Santa Catarina. *Acta Biológica Catarinense*. Maio-Ago;5(2):20-4. DOI: 10.21726/abc.v5i2.594
- Caneparo MFC (2017) Uma abordagem multidisciplinar para a compreensão do papel de *Oxelytrum erythrurum* (Blanchard) e *Oxelytrum discicolle* (Brullé) (Coleoptera: Silphidae) na entomologia forense. Tese (Doutorado em Entomologia) - Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, p. 129.
- Carvalho LM, Thyssen PJ, Linhares AXF and Palhares AB (2000) A checklist of Arthropods associated with pig carrion and human corpses in Southeastern Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 95: 135–138. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762000000100023>
- Catts EP and Goff ML (1992) Forensic Entomology in criminal investigations. *Annual Review Entomology*, 37: 253-272. doi: 10.1146/annurev.en.37.010192.001345
- Cieśla J, Skrobisz J, Niciński B, Kloc M, Mazur K, Pałasz A, Javan GT and Tomsia M (2023) The smell of death. State-of-the-art and future research directions. *Frontiers in Microbiology* 14:1260869. doi: 10.3389/fmicb.2023.1260869
- Chapman RF (2013) In: Simpson SJ, Douglas AE (Eds) *The Insect: Structure and Function* (5th ed). Cambridge University Press, Cambridge, 929 pp.
- Dekeirsschieter J, Verheggen FJ, Gohy M, Hubrecht F, Bourguignon L, Lognay G, Haubruge E (2009) Cadaveric volatile organic compounds released by decaying pig carcasses (*Sus domesticus* L.) in different biotopes. *Forensic Science International* 189 46–53. doi:10.1016/j.forsciint.2009.03.034
- Delclos PJ, Bouldin TL, Tomberlin JK (2020) Olfactory choice for decomposition stage in the burying beetle *Nicrophorus vespilloides*: preference or aversion? *Insects* 12:11. doi: 10.3390/insects12010011
- Dorgelo J, Leonards PEG (2001) Relationship between C/N ratio of food types and growth rate in the snail *Potamopyrgus jenkinsi* (E. A. Smith). *Journal of the North American Benthological Society*, 20, 60 – 67.
- Elser JJ, Fagan WF, Denno RF, Dobberfuhl DR, Folarin A, Huberty A (2000) Nutritional constraints in terrestrial and freshwater food webs. *Nature*, 408, 578 – 580.
- Fockink DH, Mise KM, Zarbin PHG (2013) Male-Produced Sex Pheromone of the Carrion Beetles, *Oxelytrum discicolle* and its Attraction to Food Sources. *Journal of Chemical Ecology* 39:1056–1065. DOI 10.1007/s10886-013-0329-5

Francke W, Dettner K (2005) Chemical signalling in beetles. In *The Chemistry of Pheromones and Other Semiochemicals II*, Springer; pp 85-166. DOI: 10.1007/b98316

Frederickx C, Dekeirsschieter J, Brostaux Y, Wathelet JP, Verheggen FJ, Haubruge E (2012) Volatile organic compounds released by blowfly larvae and pupae: new perspectives in forensic entomology. *Forensic Science International* 219, 215–220. doi: 10.1016/j.forsciint.2012.01.007

Gill BD (1991) Dung beetle in Tropical American Forest. In *Dung beetle ecology* (I. Hanski & Y. Cambefort, eds.). Princeton University Press, Princeton.

Goff ML (2009) Early post-mortem changes and stages of decomposition in exposed cadavers. *Experimental and Applied Acarology*, 49:21–36. DOI 10.1007/s10493-009-9284-9

Halffter G (1991) Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Entomológica Mexicana* 82:195-238.

Halffter G, Matthews EG (1966) The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae). *Folia Entomológica Mexicana* 12-14:1-312.

Hau TC, Hamzah NH, Lian HH, Hamzah SPA (2014) Decomposition Process and Post Mortem Changes: Review. *Sains Malaysiana* 43(12): 1873–1882. DOI: 10.17576/jsm-2014-4312-08

Holter P (2016) Herbivore dung as food for dung beetles: elementary coprology for entomologists. *Ecological Entomology*, 41, 367–377. DOI: 10.1111/een.12316

Holter P, Hendriksen NB (1988) Respiratory loss and bulk export of organic matter from cattle dung pats: a field study. *Holarctic Ecology*, 11, 81–86.

Holter P, Scholtz CH (2007) What do dung beetles eat? *Ecological Entomology*, 32, 690–697 DOI: 10.1111/j.1365-2311.2007.00915.x

IBGE (2012) Manual técnico da vegetação brasileira: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos. 2<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: IBGE. 272 p.

Kotzé Z, Delclos PJ, Knap AH, Wade TL, Tomberlin JK (2021) Volatile organic compounds in variably aged carrion impacted by the presence of the primary colonizer, *Cochliomyia macellaria* (Diptera: Calliphoridae). *International Journal of Legal Medicine* 135, 1005–1014. doi: 10.1007/s00414-020-02478-8

Lira LA, Frizzas MR (2022) Behavioral Aspects of *Coprophanæus ensifer* (Germar) (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) Associated with Pig Carcasses in Central Brazil. *Neotropical Entomology* 51, 65–72. <https://doi.org/10.1007/s13744-021-00922-x>

- Midgley JM, Richards CS, Villet MH (2010) The utility of Coleoptera in forensic investigations. In: Amendt J, Campobasso CP, Goff ML, Grassberger M (Eds.), *Current Concepts in Forensic Entomology*. Springer, Dordrecht, pp. 57–68.
- Miranda GHB, Costa KA, Pujol-Luz JR (2013) Vestígios Entomológicos. In: Velho JA, Costa KA, Damasceno CTM (Eds.), *Locais de Crime: dos vestígios à dinâmica criminosa*, 125-150. Campinas, SP: Millennium.
- Mise K (2011) Parâmetros biológicos e métodos de diferenciação de espécies e ínstares de Coleoptera de interesse forense. Tese (Doutorado em Entomologia) - Departamento de Zoologia, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, p.91.
- Mise KM, Almeida LM, Moura MO (2007) Levantamento da fauna de Coleoptera que habita a carcaça de *Sus scrofa* L., em Curitiba, Paraná. *Revista Brasileira de Entomologia* 51: 358–368.
- Nazaré-Silva EE, Silva FAB (2021) A revision of the subgenera *Euhyboma* Kolbe, 1893, *Parahyboma* Paulian, 1938, and *Rubrohyboma* Paulian, 1939 of *Deltochilum* Eschscholtz, 1822 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Revista Brasileira de Entomologia* 65(3):e20200100.
- Oliveira-Costa J (2007) *Entomologia Forense - quando os insetos são vestígios*. 2ª ed São Paulo: Millennium. 167-264.
- Oliveira-Costa J (2008) *Entomologia Forense: Quando os insetos são vestígios*. 2ª ed. Millennium, Brasil, 39-104.
- Oliveira-Costa J (2011) *Entomologia forense: quando os insetos são vestígios*. 3. ed. Campinas: Millennium.
- Payne JA (1965) A Summer Carrion Study of the Baby Pig *Sus Scrofa* Linnaeus. *Ecological Society of America*, Vol. 46, 5, pp. 592-602. <http://www.jstor.org/stable/1934999>
- Peck SB, Anderson RS (1985) Taxonomy, phylogeny and biogeography of the carrion beetles of Latin America (Coleoptera: Silphidae). *Quaestiones Entomologicae* 21: 247–317.
- Peñaflor MFGV, Mauck KE, Alves KJ, De Moraes CM, Mescher MC (2016) Effects of single and mixed infections of Bean pod mottle virus and Soybean mosaic virus on host-plant chemistry and host-vector interactions. *Functional Ecology*, 30 (10), 1648 – 1659. doi:10.1111/1365-2435.12649
- Ries AC, Costa-Silva V, Santos C, Blochtein B, Thyssen PJ (2021) Factors Affecting the Composition and Succession of Beetles in Exposed Pig Carcasses in Southern Brazil, *Journal of Medical Entomology*, Volume 58, Issue 1, Pages 104–113, <https://doi.org/10.1093/jme/tjaa175>
- Rossetto D, Vignatti G, Peruzzo L, Pinto A, Gavazzoni G, Mondoloni D, Azevedo Filho W (2021) Escarabeídeos (Coleoptera: Scarabaeidae) de importância forense ocorrentes em carcaça suína nos municípios de Caxias do Sul e Bento Gonçalves – Rio Grande do Sul, Brasil. *RICA* – v. 5 n. 9. DOI: 10.18226/25253824.v5.n9.05

Santos WE (2014) Papel dos besouros (Insecta, Coleoptera) na Entomologia Forense. *Revista Brasileira de Criminalística* 3(2), 36-40. DOI: <http://dx.doi.org/10.15260/rbc.v3i2.71>

Shao S, Liu S, Li L, Hu G, Zhang Y, Wang Y (2024) Research Status of Sarcosaprophagous Beetles as Forensic Indicators. *Insects*, 15, 711. <https://doi.org/10.3390/insects15090711>

Sikes DS, Thayer MK, Newton AF (2024) Large carrion and burying beetles evolved from Staphylinidae (Coleoptera, Staphylinidae, Silphinae): a review of the evidence. *ZooKeys* 1200: 159–182. <https://doi.org/10.3897/zookeys.1200.122835>

Smith KGV (1986) *A Manual of Forensic Entomology*. British Museum, London.

Swift MJ, Heal OW, Anderson JM (1979) *Decomposition in Terrestrial Ecosystems*. Blackwell Scientific, Oxford.

Todd JL, Baker TC (1997) The cutting edge of insect olfaction. *American Entomologist*, 43, 174-182.

Vaz-de-Mello FZ (2000) Estado de conhecimento dos Scarabaeidae *s. str.* (Coleoptera: Scarabaeoidea) do Brasil. In *Hacia un proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica* (Martín-Piera F, Morrone JJ, Melic A, eds.). Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza, Spain.

Velásquez Y, Vilorio A (2009) Effects of temperature on the development of the Neotropical carrion beetle *Oxelytrum discicolle* (Brullé, 1840) (Coleoptera: Silphidae). *Forensic Science International* 185: 107–110.

Vogt RG (2003) Insect Pheromone Biochemistry and Molecular Biology. In Bloomquist G, Vogt R, Eds. Elsevier: London; p 391.

von Hoermann C, Ruther J, Ayasse M (2016) Volatile organic compounds of decaying piglet cadavers perceived by *Nicrophorus vespilloides*. *Journal of Chemical Ecology* 42, 756–767. doi: 10.1007/s10886-016-0719-6

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

*O. discicolle* é um besouro necrófago representativo de estudos forenses no Brasil, com ocorrência em fragmentos florestais das regiões Sul e Sudeste. Os dados de desenvolvimento dessa espécie são potencialmente úteis para estimar o intervalo *post-mortem*. No entanto, para a precisão dessas estimativas, informações mais precisas devem ser geradas de indivíduos de populações de regiões diferentes, vista a possibilidade de ciclos de desenvolvimento com durações distintas. Desse modo, dados de desenvolvimento obtidos em condições laboratoriais dessa espécie constituem dados de base para aplicação em casos criminais apropriados na região do estudo.

O presente trabalho representa o primeiro estudo com foco no desenvolvimento de *O. discicolle*, com indivíduos da região de Lavras, em Minas Gerais, contribuindo, assim, para acrescentar dados de desenvolvimento da espécie na região Sudeste. *O. discicolle* apresenta ciclo de desenvolvimento de 16 dias, em média, com fêmeas se desenvolvendo mais rápido que os machos. Além disso, a longevidade da espécie é de aproximadamente 62 dias, para fêmeas e machos.

Além disso, até o momento, este trabalho é o primeiro a investigar a ecologia química de corpos em decomposição associados à sucessão de artrópodes sobre as espécies de importância forense *O. discicolle* e *D. rubripenne*. Ademais, cabe destacar que poucos trabalhos têm como foco o potencial forense de espécies de rola-bosta. Ainda, este estudo procura definir os estágios de decomposição mais atrativos para cada espécie, com base nos voláteis emitidos por corpos de porcos domésticos em decomposição, determinando o estágio de decomposição em que tais espécies são atraídas para o cadáver. Também, propõe protocolos de criação para as espécies de besouro do estudo, servindo como base para trabalhos forenses futuros.

A espécie *O. discicolle* tem preferência por estágios mais avançados de decomposição, não tendo influência da colonização prévia de artrópodes no corpo. Por outro lado, a espécie *D. rubripenne* é mais atraída pelos estágios iniciais da decomposição, não havendo influência da colonização prévia de artrópodes sobre os corpos em decomposição. Estudos interdisciplinares envolvendo ecologia química de corpos em decomposição, bem como todas as variáveis que um cadáver pode sofrer, são importantes para a entomologia forense. Tais dados, tanto da biologia de espécies necrófagas, quanto da atratividade de cadáveres, são imprescindíveis para fortalecer estudos nas áreas forenses, contribuindo, dessa forma, para a solução de investigações criminais.

## APÊNDICE 1

Apêndice 1 - Tabela de vida de fêmeas e machos de *Oxelytrum discicolle*, criação em condições de:  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $75 \pm 10\%$  U. R. e fotoperíodo de 12 horas. (continua)

INDIVÍDUO	L1	L2	L3	PUPA	CICLO TOTAL	LONGEVIDADE	SEXO
1	2	1	7	6	16	47	F
2	2	1	7	6	16	97	F
3	2	1	7	9	19	88	F
4	1	2	9	3	15	70	F
5	1	1	8	8	18	100	F
6	1	2	7	5	15	57	F
7	2	1	11	4	18	61	F
8	3	2	7	6	18	58	F
9	2	1	8	5	16	88	F
10	2	1	8	5	16	88	F
11	2	1	8	5	16	86	F
12	2	1	8	5	16	59	F
13	2	1	8	5	16	58	F
14	2	1	6	7	16	58	F
15	1	1	11	3	16	52	F
16	1	2	7	5	15	73	F
17	2	1	8	5	16	58	F
18	2	1	6	5	14	93	F
19	2	1	8	5	16	46	F
20	2	1	5	5	13	59	F
21	1	2	6	4	13	76	F
22	1	3	7	5	16	105	F
23	2	1	9	5	17	77	F
24	2	3	7	5	17	88	F
25	2	1	7	7	17	89	F
26	2	1	8	6	17	73	F

Legenda: Duração dos estágios em dias. F:fêmea; M:macho.

Fonte: Da autora (2024).

Apêndice 1 - Tabela de vida de fêmeas e machos de *Oxelytrum discicolle*, criação em condições de: 25°C ± 2°C, 75 ± 10% U. R. e fotoperíodo de 12 horas. (continua)

INDIVÍDUO	L1	L2	L3	PUPA	CICLO TOTAL	LONGEVIDADE	SEXO
27	2	2	11	5	20	87	F
28	1	1	11	3	16	87	F
29	2	1	6	7	16	59	F
30	2	1	7	5	15	74	F
31	2	3	5	8	18	114	F
32	2	1	7	5	15	72	F
33	5	1	9	4	19	60	F
34	2	1	7	5	15	91	F
35	2	1	7	5	15	74	F
36	2	1	8	5	16	66	F
37	2	1	8	5	16	110	F
38	2	1	8	5	16	59	F
39	2	1	7	5	15	33	F
40	2	1	10	4	17	95	F
41	2	2	11	5	20	79	F
42	2	1	9	6	18	59	F
43	1	3	7	7	18	57	F
44	1	1	8	8	18	85	F
45	1	3	8	7	19	109	F
46	2	1	11	4	18	50	F
47	1	2	7	5	15	76	F
48	1	1	2	9	13	47	F
49	1	3	10	5	19	55	F
50	1	2	8	7	18	58	F

Legenda: Duração dos estágios em dias. F:fêmea; M:macho.  
Fonte: Da autora (2024).

Apêndice 1 - Tabela de vida de fêmeas e machos de *Oxelytrum discicolle*, criação em condições de: 25°C ± 2°C, 75 ± 10% U. R. e fotoperíodo de 12 horas. (continua)

INDIVÍDUO	L1	L2	L3	PUPA	CICLO TOTAL	LONGEVIDADE	SEXO
51	2	1	9	5	17	55	F
52	2	1	5	3	11	18	F
53	2	2	8	6	18	31	F
54	2	1	7	5	15	60	F
55	1	3	7	4	15	32	F
56	2	1	7	5	15	66	F
57	2	2	6	5	15	57	F
58	2	1	8	4	15	48	F
59	2	1	8	5	16	25	F
60	1	1	7	5	14	51	F
61	2	1	8	5	16	19	F
62	2	2	7	8	19	21	F
63	2	1	8	5	16	19	F
64	2	1	7	6	16	21	F
65	2	1	7	6	16	65	F
66	2	1	8	5	16	19	F
67	1	2	7	5	15	67	F
68	1	1	6	6	14	21	F
69	2	1	7	6	16	19	F
70	2	1	6	5	14	39	F
71	1	2	7	5	15	54	F
72	2	1	6	5	14	45	F
73	2	1	7	4	14	44	F
74	2	1	7	6	16	58	M
75	2	1	7	6	16	59	M

Legenda: Duração dos estágios em dias. F:fêmea; M:macho.  
Fonte: Da autora (2024).

Apêndice 1 - Tabela de vida de fêmeas e machos de *Oxelytrum discicolle*, criação em condições de: 25°C ± 2°C, 75 ± 10% U. R. e fotoperíodo de 12 horas. (continua)

INDIVÍDUO	L1	L2	L3	PUPA	CICLO TOTAL	LONGEVIDADE	SEXO
76	2	1	7	6	16	59	M
77	2	1	7	6	16	47	M
78	2	1	7	6	16	58	M
79	1	1	10	10	22	57	M
80	1	1	11	4	17	52	M
81	2	1	11	4	18	92	M
82	1	1	11	4	17	40	M
83	1	1	11	3	16	52	M
84	2	1	13	5	21	58	M
85	2	1	8	5	16	59	M
86	1	2	7	14	24	44	M
87	2	3	7	4	16	66	M
88	2	1	7	6	16	65	M
89	2	2	10	5	19	58	M
90	3	2	9	5	19	63	M
91	2	1	7	5	15	75	M
92	1	1	10	4	16	87	M
93	1	1	11	4	16	45	M
94	1	3	8	7	19	103	M
95	2	1	10	4	17	73	M
96	2	1	10	4	17	83	M
97	2	2	11	7	22	60	M
98	1	1	11	4	17	82	M
99	2	1	8	5	16	70	M
100	1	2	11	5	19	27	M

Legenda: Duração dos estágios em dias. F:fêmea; M:macho.  
Fonte: Da autora (2024).

Apêndice 1 - Tabela de vida de fêmeas e machos de *Oxelytrum discicolle*, criação em condições de: 25°C ± 2°C, 75 ± 10% U. R. e fotoperíodo de 12 horas. (continua)

INDIVÍDUO	L1	L2	L3	PUPA	CICLO TOTAL	LONGEVIDADE	SEXO
101	2	1	8	6	17	96	M
102	1	1	11	3	16	82	M
103	1	2	8	6	17	83	M
104	1	1	11	4	17	77	M
105	2	1	8	5	16	70	M
106	2	1	6	5	14	93	M
107	2	1	8	6	17	74	M
108	3	1	11	4	19	64	M
109	2	1	8	5	16	58	M
110	2	1	12	4	19	94	M
111	3	2	7	6	18	111	M
112	1	3	8	7	19	76	M
113	2	2	8	5	17	60	M
114	2	1	15	4	22	82	M
115	2	1	9	5	17	89	M
116	2	1	8	7	18	88	M
117	1	2	9	5	17	38	M
118	1	2	9	5	17	35	M
119	2	1	9	5	17	84	M
120	2	2	9	7	20	104	M
121	2	2	15	3	22	86	M
122	2	1	7	9	19	59	M
123	1	1	8	5	15	52	M
124	1	3	8	9	21	86	M
125	1	1	10	5	17	31	M

Legenda: Duração dos estágios em dias. F:fêmea; M:macho.  
Fonte: Da autora (2024).

Apêndice 1 - Tabela de vida de fêmeas e machos de *Oxelytrum discicolle*, criação em condições de:  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $75 \pm 10\%$  U. R. e fotoperíodo de 12 horas. (conclusão)

INDIVÍDUO	L1	L2	L3	PUPA	CICLO TOTAL	LONGEVIDADE	SEXO
126	1	1	9	7	18	63	M
127	1	1	8	5	15	53	M
128	1	1	7	6	15	70	M
129	2	3	8	4	17	49	M
130	1	2	8	4	15	32	M
131	1	1	7	5	14	62	M
132	1	1	9	6	17	39	M
133	2	2	7	5	16	52	M
134	1	1	9	12	23	24	M
135	2	1	6	7	16	50	M
136	2	1	8	5	16	23	M
137	2	1	8	6	17	48	M
138	1	1	7	6	15	54	M
139	2	1	6	5	14	62	M
140	2	1	8	5	16	30	M
141	1	2	7	11	21	65	M
142	2	1	10	4	17	48	M
143	2	1	10	5	18	20	M
144	1	1	8	5	15	54	M

Legenda: Duração dos estágios em dias. F:fêmea; M:macho.  
 Fonte: Da autora (2024).