



**MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E EVOLUÇÃO**

**AMANDA DE AZEVEDO SILVA**

**ESTUDO DE PALATABILIDADE DE *ARCHISEPSIS ARMATA* (SCHINER, 1868)  
(DIPTERA, SEPSIDAE)**

**BELÉM – PA  
2017**



**MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES  
MUSEU PARAENSE EMILIO GOELDI  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E EVOLUÇÃO**

**AMANDA DE AZEVEDO SILVA**

**ESTUDO DE PALATABILIDADE DE *ARCHISEPSIS ARMATA* (SCHINER, 1868)  
(DIPTERA, SEPSIDAE)**

Dissertação apresentada ao Museu Paraense Emílio Goeldi, como parte das exigências do Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução, Área de Concentração Evolução e Dinâmica da Diversidade Biológica para obtenção do Título de Mestre.

**Orientador:**

**Fernando da Silva Carvalho Filho**

**BELÉM – PA  
2017**



**MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES  
MUSEU PARAENSE EMILIO GOELDI  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E EVOLUÇÃO**

**AMANDA DE AZEVEDO SILVA**

**ESTUDO DE PALATABILIDADE DE *ARCHISEPSIS ARMATA* (SCHINER,  
1868) (DIPTERA, SEPSIDAE)**

Dissertação apresentada ao Museu Paraense Emílio Goeldi, como parte das exigências do Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução

Aprovada em ...../...../.....

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Fernando, da Silva Carvalho Filho – Orientador  
Museu Paraense Emílio Goeldi

---

Profa. Dra. Maria Cristina Esposito – 1º Examinador  
Universidade Federal do Pará

---

Prof. Dr. Orlando Tobias Silveira – 2º Examinador  
Museu Paraense Emílio Goeldi

---

Prof. Dr. Mário Augusto Gonçalves Jardim – 3º Examinador  
Museu Paraense Emílio Goeldi

## AGRADECIMENTOS

Agradeço às seguintes pessoas e instituições:

Primeiramente, ao Museu Paraense Emilio Goeldi e ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução pela infraestrutura para a realização deste trabalho e também pelas contribuições à minha formação acadêmica. A Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado do Pará pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao meu orientador, Dr. Fernando Carvalho Filho, pelo conhecimento transmitido, paciência e amizade durante o decorrer do meu período como mestranda. Muito obrigada pelo seu apoio durante esta etapa tão importante para mim.

À minha família por todo o suporte dado nos momentos de dificuldade e por compreender a minha ausência do convívio familiar, especialmente aos meus pais que sempre acreditaram no meu potencial.

À Lucas Rodrigues pelo suporte intelectual e emocional e por oferecer momentos de refúgio dos problemas e tensões durante o desenvolvimento do meu trabalho.

À Sofia Camargo pelo auxílio na etapa final da minha dissertação, assim como no decorrer de minha formação desde a graduação, tornando-se uma irmã mais velha para mim.

À Caroline Souza pela ajuda nas análises estatísticas, por ser uma amiga que sempre esteve disposta a ceder seu tempo para me ajudar e pela preocupação em contribuir para a concretização deste projeto.

À Matheus Souza pelo auxílio na identificação dos espécimes de Sepsidae e pelas rodas de sushi nos momentos de descontração.

À Cesar Favacho pela concessão das imagens usadas neste trabalho e pela amizade.

À todos os demais colegas da “GDM” (Galera do Museu), não menos importantes para a finalização desta etapa.

Sou grata também a todos que colaboraram direta ou indiretamente para a conclusão deste estudo.

## SUMÁRIO

Resumo .....	5
Abstract.....	6
<b>Introdução</b> .....	<b>7</b>
<b>Referências</b> .....	<b>11</b>
<b>Artigo 1 - Estudo de palatabilidade de <i>Archisepsis armata</i> (Schiner, 1868) (Diptera, Sepsidae)</b> .....	<b>14</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>15</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>16</b>
<b>Introdução</b> .....	<b>17</b>
<b>Material e Métodos</b> .....	<b>17</b>
Obtenção dos espécimes e manutenção em laboratório .....	17
Experimento .....	18
<b>Resultados</b> .....	<b>19</b>
<b>Discussão</b> .....	<b>19</b>
<b>Agradecimentos</b> .....	<b>20</b>
<b>Referências</b> .....	<b>20</b>
<b>LEGENDAS DAS FIGURAS</b> .....	<b>22</b>

## Resumo

A ordem Diptera, que inclui as moscas e mosquitos, é uma das quatro ordens de insetos com mais espécies descritas. Além disso, os dípteros apresentam grande diversidade de forma e de estilos de vida e, por isso, estão presentes em vários tipos de ambientes. No entanto, ainda são poucos os estudos sobre os mecanismos de defesa das espécies dessa ordem. A maioria dos estudos sobre defesa em dípteros é sobre defesas primárias, principalmente mimetismo batesiano, já que várias espécies de diferentes gêneros e famílias são miméticas de insetos venenosos e/ou impalatáveis, tais como besouros, formigas, vespas e abelhas. A utilização de defesas químicas é um fenômeno raro entre as espécies de Diptera. No entanto, alguns autores, com base em observações esporádicas, têm sugerido que as moscas Sepsidae são impalatáveis para predadores invertebrados. No entanto, ainda não há nenhum estudo padronizado testando esta hipótese. Desta forma, o objetivo deste estudo foi verificar se a espécie neotropical *Archiseptis armata* é impalável para predadores invertebrados. Nos experimentos de palatabilidade foram utilizadas duas espécies de predadores: aranha-saltadora (*Plexippus paykulli* (Audouin, 1826)) e louva-a-deus (*Stagmatoptera binotata* Scudder, 1869). Como grupo controle foi utilizado mosca-da-fruta (*Drosophila melanogaster* (Meigen, 1830)). Não houve diferença significativa de indivíduos predados entre *A. armata* e *D. melanogaster* para os dois tipos de predadores, indicando que esta espécie de Sepsidae não é impalável. No entanto, a família Sepsidae ocorre em todos os continentes e os estudos realizados com as espécies dos outros gêneros são necessários para verificar se a ausência de impalatabilidade é amplamente difundida nas espécies desta família de mosca.

Palavras-chave: Artrópode, Inseto, Mosca, Defesa, Predação.

## Abstract

The order Diptera, that includes flies and mosquitoes, is the fourth most speciose order of insects, in terms of described species. In addition, dipterans exhibit a great diversity of shape and lifestyles and are therefore present in various types of environments. However, there are yet few studies on the defense mechanisms of species in this order. Most studies on dipteran defenses focus on primary defenses, mainly Batesian mimicry, since several species of different families and genera are mimics of poisonous or impalatable insects, such as beetles, ants, wasps, and bees. The use of chemical defenses is a rare phenomenon among Diptera species. However, some authors, based on sporadic observations, have suggested that Sepsidae flies are unpalatable for invertebrate predators. However, there is no standardized study testing this hypothesis. Thus, the objective of this study was to verify if the Neotropical species *Archiseptis armata* is unpalatable for invertebrate predators. In the palatability experiments two species of predators were used: a jumping spider (*Plexippus paykulli* (Audouin, 1826)) and a praying mantis (*Stagmatoptera binotata* Scudder, 1869). As a control prey item, fruit flies (*Drosophila melanogaster* (Meigen, 1830)) were offered. There was no significant difference between *A. armata* and *D. melanogaster* for both species of predators, indicating that this species of Sepsidae is not unpalatable. However, the family Sepsidae occurs on all continents, and studies performed with other species and genera are required to verify if the absence of impalatability is widely expressed in this fly family.

Keywords: Arthropod, Insect, Fly, Defense, Predation.

## Introdução

Muitos fatores são responsáveis pela regulação das populações, tais como condições ambientais, qualidade e quantidade dos alimentos e o comportamento dos indivíduos, especialmente na presença de competidores ou predadores (SCHMITZ et al., 1997; SCHMITZ, 1998; PITT, 1999; DANNER & JOERN, 2003). A predação é uma das principais pressões de seleção que determina a forma e o comportamento dos organismos (ENDLER, 1991; LIMA, 1998). Esta pressão leva a seleção de mecanismos de defesa distintos que favorecem uma maior sobrevivência e conseqüentemente uma maior probabilidade de geração de prole (SOUZA & WILLEMART, 2011).

Existem diversos mecanismos de defesa como padrões de coloração, formato corporal, comportamento e utilização de substâncias químicas que contribuem de forma significativa para evitar ou diminuir o ataque dos predadores (EVANS & SCHMIDT, 1990; RUXTON et al., 2004). Estes mecanismos podem ser classificados em defesas primárias e defesas secundárias.

As defesas primárias consistem na redução da probabilidade da presa ser detectada pelos predadores e envolvem estratégias como camuflagem e mimetismo. Estas defesas consistem na utilização de cores ou estruturas corporais que tornam o organismo semelhante ao ambiente (camuflagem) ou semelhante a outros seres que geralmente são venenosos ou impalatáveis (mimetismo) (ROBINSON, 1969).

As defesas secundárias atuam quando a presa foi localizada pelo predador e podem ser defesas mecânicas (espinhos, carapaças, tegumento rígido), comportamento de fuga, comportamento de defesa e até mesmo defesas químicas (EDMUNDS, 1974).

Alguns organismos são impalatáveis (apresentam o gosto ruim ou são tóxicos para seus predadores), isto pode acontecer de duas maneiras: estes podem secretar compostos químicos repelentes ou adquiri-los através de sua alimentação, afetando a qualidade da investida do predador na presa. Os efeitos destes compostos químicos nos predadores podem ser diversos, uma vez que o predador pode simplesmente libertar a presa ou pode, em alguns casos, levar a paralisia ou causar a morte do predador (CARREL & EISNER, 1984; HAGMAN et al., 2009; HAYES et al., 2009).

Entre os organismos que possuem estes compostos químicos repelentes destacam-se os artrópodes, dos quais vários táxons já foram estudados na tentativa de obter conhecimento a respeito de glândulas e suas secreções repelentes, incluindo miriápodes, aracnídeos e insetos (ROTH & EISNER, 1962; EISNER, 1970; 2005).



A ordem Diptera é composta por insetos conhecidos popularmente como moscas e mosquitos, é uma das quatro ordens megadiversas de insetos. Além disso, os dípteros apresentam uma grande diversidade de forma e de estilos de vida e por isso estão presentes em vários tipos de ambientes (MARSHALL, 2012). E como esperado para um grupo tão diverso e abundante, estes insetos fazem parte da dieta de vários grupos de invertebrados e vertebrados (RUBEGA & INOUE, 1994).

No entanto, ainda são poucos os estudos sobre os mecanismos de defesa das espécies dessa ordem. O principal mecanismo de defesa da maioria das moscas consiste em voar para longe dos predadores, algumas apresentam voo rápido e evasivo, o que as tornam difíceis de serem capturadas (HESPENHEIDE, 1973).

A maioria dos estudos sobre defesa em dípteros são sobre defesas primárias, principalmente sobre mimetismo, já que várias espécies de diferentes famílias e gêneros são miméticas de insetos venenosos ou impalatáveis, tais como besouros, formigas, vespas e abelhas (COTT, 1940; RUXTON et al., 2004). Algumas espécies da família Tephritidae imitam aranhas Salticidae e geralmente são evitadas por este tipo de predador (GREENE et al., 1987; MATHER & ROITBERG, 1987). Adultos e imaturos de outros dípteros apresentam coloração críptica e são dificilmente detectadas por predadores (ROTHERAY, 1993; DOWNES JR, 1994). Os mosquitos da família Tipulidae apresentam pernas muito longas que se soltam facilmente quando agarradas, facilitando a fuga dos mesmos (FLEMING et al., 2007).

A utilização de defesas químicas é um fenômeno raro entre as espécies de Diptera. Este fenômeno já foi observado em uma espécie parasitoide da família Tachinidae, onde o adulto desta espécie deposita os ovos sobre uma lagarta hospedeira, e os imaturos absorvem as substâncias repulsivas da lagarta hospedeira durante a fase de pupa (REICHSTEIN et al., 1968). No entanto, nenhum trabalho foi realizado para comprovar a utilização destas substâncias repulsivas, por estas moscas, como defesa química. Portanto, não existem trabalhos sobre defesas químicas de dípteros, com exceção da família Sepsidae.

A família Sepsidae (Diptera, Sciomyzoidea) é composta por 38 gêneros e aproximadamente 345 espécies descritas (PAPE et al., 2011), distribuídas por todas as regiões biogeográficas do mundo, exceto os polos. Na região Neotropical existem seis gêneros e 26 espécies conhecidas (AMORIM et al., 2002). No Brasil já foram registradas 21 espécies válidas distribuídas em seis gêneros. Já na região da Amazônia Brasileira foram registradas 13 espécies distribuídas em quatro gêneros (SILVA, 2015).

As moscas da família Sepsidae são relativamente pequenas, com comprimento que

varia de 1,5 a 12 milímetros com coloração geralmente escura e que apresentam aspecto de formiga, por causa do estreitamento do tergito 1+2. Os indivíduos desta família possuem morfologia externa bastante semelhante entre si (OZEROV, 2005). Estes são reconhecidos principalmente pelas seguintes características diagnósticas: veia costal reduzida, não alcançando a margem da asa e a presença de uma ou mais cerdas distintas na margem posteroventral do espiráculo posterior (SILVA, 2010). Trabalhos com morfologia dos imaturos desta família ainda são escassos e a qualidade das descrições na literatura são desiguais (MEIER, 1996).

A família Sepsidae está alocada na superfamília Sciomyzoidea, junto com Coelopidae, Dryomyzidae, Helcomyzidae, Helosciomyzidae, Phaeomyiidae, Ropalomeridae e Sciomyzidae, sendo que destas Helcomyzidae, Helosciomyzidae e Phaeomyiidae não ocorrem no Brasil (CARVALHO et al., 2012).

Em relação à biologia dos indivíduos desta família, tanto os adultos quanto os imaturos, são encontrados associados a diversos substratos de matéria orgânica em decomposição, como plantas, carcaças de animais e fezes de vertebrados, principalmente de grandes mamíferos (ZUSKA, 1980; OZEROV, 2005).

*Archisepsis armata*, espécie escolhida para a realização deste trabalho, é uma espécie de sepsídeo bastante abundante e amplamente distribuída na região Neotropical, esta não foi registrada apenas para El Salvador, Suriname, Guiana Francesa e Chile. Para o Brasil esta já foi registrada em 11 estados incluindo o Pará (SILVA, 2015), e os indivíduos desta espécie são facilmente encontrados próximo a fezes de animais em grupos bastante numerosos (SILVA, 1991).

Parker (1972) através de observações esporádicas de indivíduos de uma espécie de sepsídeo paleártico *Sepsis cynipsea* (Linnaeus, 1758) verificou vespas do gênero *Vespula* Thomson, 1869 e uma mosca predadora do gênero *Scathophaga* Linnaeus, 1758 atacando e logo em seguida rejeitando os indivíduos dessa espécie.

Bristowe (1979) realizou um experimento que teve como objetivo verificar a palatabilidade e as interações predatórias entre a espécie de Sepsidae da Europa *Sepsis fulgens* Meigen, 1826 e sete espécies de aranhas construtoras de teia e quatro espécies de aranhas errantes, inclusive uma espécie da família Salticidae. Neste experimento foi observado que alguns indivíduos destas espécies de aranha rejeitaram os sepsídeos, alguns os predaram, enquanto outros não demonstraram nenhuma reação. No entanto, Bristowe não ofereceu uma quantidade de sepsídeos padronizada para as aranhas e não realizou nenhuma análise estatística para verificar se essa diferença era significativa. Neste mesmo trabalho este

também verificou a presença de um odor que possivelmente seria responsável pela formação das agregações dos sepsídeos.

Baseado no trabalho de Bristowe (1979), em trabalhos de outros pesquisadores e em suas próprias observações sobre a formação de enxames de sepsídeos Pont (1987) destacou em seu trabalho que as substâncias liberadas pela glândula de Dufour seriam responsáveis pela formação das agregações de sepsídeos sobre a vegetação no Velho Mundo. Este também observou algumas espécies de pássaros da Europa predando sepsídeos nestes aglomerados.

Zenk (1990), baseado em Parker (1972), realizou um experimento de alimentação com formigas para verificar a palatabilidade da espécie de sepsídeo paleártico *Sepsis cynipsea*, onde este isolou a substância liberada pela glândula de Dufour, adicionou no alimento oferecido a essas formigas, que ao entrarem em contato com este alimento o rejeitaram, demonstrando a função defensiva da glândula de Dufour nos sepsídeos, através da secreção de substâncias químicas repelentes.

A glândula de Dufour foi proposta pela primeira vez por Dufour (1851) em três espécies de Sepsidae: *Sepsis punctum* (Fabricius, 1794), *Nemapoda nitidula* (Fallén, 1820) e *Themira putris* (Linnaeus, 1758). Esta possui função defensiva e está ligada a parte final do intestino dos sepsídeos (ZENK, 1990; PONT & MEIER, 2002). Os indivíduos da ordem Hymenoptera também possuem uma glândula chamada glândula de Dufour, nestes esta apresenta funções como produção de trilhas de odor em espécies de formigas (HOLLDÖBLER & WILSON, 1990). No entanto, não há estudos sobre a homologia da glândula de Dufour dos sepsídeos e das formigas.

Segundo Pont & Meier (2002), nem todos os gêneros da família Sepsidae possuem a glândula de Dufour, ela está ausente nos gêneros: *Orygma* Meigen, 1830, *Ortalischema* Frey, 1925 e *Toxopoda* Macquart, 1851.

Apesar disso, desde então, nenhum estudo detalhado foi publicado sobre os mecanismos de defesa e a palatabilidade de outros gêneros e espécies de Sepsidae, principalmente da região Neotropical. Portanto, este estudo teve como objetivo verificar se a espécie *Archisepsis armata* é impalatável para dois predadores insetívoros facilmente encontrados na região metropolitana de Belém do Pará.

## Referências

- AMORIM, D. S.; SILVA, V. C. & BALBI, M. P. I. A. Estado do conhecimento dos Diptera neotropicais. In: COSTA, C. et al. (Ed.). **Proyecto de Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática**, PRIBES. Vol. 2. Editora Zaragoza: Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA) & Cytel, 2002, p. 29–36.
- BRISTOWE, W.S. The mysterious swarms of sepsid flies and their unpalatability to spiders. **Proceedings and transactions of the British Entomological and Natural History Society**. v. 12, p. 16–19, 1979.
- CARREL, J. E.; EISNER, T. Spider sedation induced by defensive chemicals of milliped prey. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 81, p.806-810, 1984.
- CARVALHO, C.J.B. et al. Diptera. In: RAFAEL, J.A. et al., R. **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos, Editora, 2012. 810 p.
- COTT, H.C. **Adaptive Colouration in Animals**. London: Meuthen, 1940.
- DANNER, B. J.; JOERN, A. Food-resource mediated impact of predation risk on performance in the grasshopper *Ageneotettix deorum* (Orthoptera). **Oecologia**, v. 137, p. 352-359, 2003.
- DOWNES JR., W.L. Perching behavior and coloration in temperate and tropical Sarcophagidae (Diptera). **Revista de Biologia Tropical**, v. 42, p. 195-201, 1994.
- DUFOUR, L. Recherches anatomiques et physiologiques sur les Diptères, accompagnées de considérations relatives à l'histoire naturelle de ces insectes. **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie Royale des Sciences de l'Institut de France**, v. 11, p. 171-360, 1851.
- EDMUNDS, M. **Defense in animals: a survey of anti-predator defences**. Longman, California. 1974.
- EISNER, T. Chemical defense against predation in arthropods. In: SONDHEIMER, E.; SIMEONE, J. B. (Ed.). **Chemical Ecology**. New York: Academic Press, 1970, p.157-215.
- EISNER, T. **For Love of Insects**. Cambridge, Massachusetts: Belknap Press of Harvard University Press, 2005.
- ENDLER, J. A. Interactions between predators and prey. In: KREBS, J.R.; DAVIES, N.B. (Ed.). **Behavioural ecology: an evolutionary approach**. Oxford: Blackwell, 1991, p. 169–196.
- EVANS, D. L.; SCHMIDT, J. O. **Insect Defenses: Adaptive Mechanisms and Strategies of Prey and Predators**. Suny Press, 1990.
- FLEMING, P. A.; MULLER, D.; BATEMAN, P. W. Leave it all behind: a taxonomic perspective of autotomy in invertebrates. **Biological Reviews**, v. 82, p. 481–510, 2007.
- GREENE, E.; ORSAK, L.J.; WITHMAN, D.W. A tephritid fly mimics the territorial display of its jumping spider predators. **Science**, v. 236, p. 310–312, 1987.
- HAGMAN, M., PHILLIPS, B. L.; SHINE, R. Fatal attraction: adaptations to prey on native

frogs imperil snakes after invasion of toxic toads. **Proceedings of the Royal Society B**, v. 276, p. 2813-2818, 2009.

HAYES, R. A. et al. Ontogenetic variation in the chemical defenses of cane toads (*Bufo marinus*): toxin profiles and effects on predators. **Journal of Chemical Ecology**, v. 35, p. 391-399, 2009.

HESPENHEIDE, H.A. A novel mimicry complex: beetles and flies. **Journal of Entomology**, v. 48, p. 49–56, 1973.

HOLLOBLER, B.; WILSON, E. O. **The Ants**. Harvard University Press, Cambridge, MA, 1990.

LIMA, S. L. Stress and decision making under the risk of predation: recent developments from behavioral, reproductive, and ecological perspectives. **Advances in the Study of Behavior**, v. 27, p. 215–290, 1998.

MARSHALL, S.A. **Flies**—The natural history and diversity of Diptera. Firefly Press, 2012.

MATHER, M. H.; ROITBERG, D. B. A sheep in wolf's clothing: tephritid flies mimic spider predators. **Science**, v. 236, p. 308–310, 1987.

MEIER, R. Larval Morphology of the Sepsidae (Diptera: Sciomyzoidea), with a Cladistic Analysis Using Adult and Larval Characters. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v. 228, p. 1–147, 1996.

OZEROV A.L. World Catalogue of the family Sepsidae (Insecta: Diptera). **Zoologicheskie issledovania**, v. 8, p. 1-74, 2005.

PAPE, T., BLAGODEROV, V.; MOSTOVSKI, M.B. Order Diptera Linnaeus, 1758, In: ZHANG, Z. Q. (Ed.) **Animal biodiversity**: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. *Zootaxa*. v. 3148, p. 222-229, 2011.

PARKER, G.A. Reproductive behaviour of *Sepsis cynipsea* (L.) (Diptera: Sepsidae) II. The significance of the precopulatorypassive phase and emigration. **Behaviour**, v. 41, p. 242–250, 1972b.

PITT, W.C. Effects of multiple vertebrate predators on grasshopper habitat selection: trade-offs due to predation risk, foraging and thermoregulation. **Evolutionary Ecology**, v. 13, p. 499-515, 1999.

PONT, A. C. The mysterious swarms of sepsid flies': an enigma solved? **Journal of Natural History**, v. 21, p. 305-317, 1987.

PONT, A. C.; MEIER, R. The Sepsidae (Diptera) of Europe. Brill, Leiden, Boston, Koln. **Fauna Entomologica Scandinavica**, v. 37, p. 1-198, 2002.

REICHSTEIN, T. et al. Heart poisons in the monarch butterfly. **Science**, v. 161, p. 861–866, 1968.

ROBINSON, M.H. Defences against visually hunting predators. **Evolutionary Biology**, v. 3, p. 225–259, 1969.

- ROTH, L. M.; EISNER, T. Chemical defenses of arthropods. **Annual Review of Entomology**, v. 7, p. 107-136, 1962.
- ROTHERAY, G. E. Colour Guide to Hoverfly Larvae (Diptera, Syrphidae) in Britain and Europe. **Dipterists Digest**, v. 9, p. 1-156, 1993.
- RUBEGA, M.; INOUE, C. Prey switching in Red necked Phalaropes (*Phalaropus lobatus*): Feeding limitations, the functional response and water management at Mono Lake, California, USA. **Biological Conservation**, v. 70, p. 205–210, 1994.
- RUXTON, G.D.; SHERRATT, T.N.; SPEED, M.P. **Avoiding attack**: the evolutionary ecology of crypsis, warning signals and mimicry. New York: Oxford University Press, 2004.
- SCHMITZ, O. J. Direct and indirect effects of predation and predation risk in old-field interaction webs. **The American Naturalist**, v. 151, p. 327–342, 1998.
- SCHMITZ, O. J.; BECKERMAN, A. P.; O'BRIEN, K. M. Behaviorally mediated trophic cascades: Effects of predation risk on food web interactions, **Ecology**, v. 78, n. 5, p. 1388–1399, 1997.
- SILVA, V. C. Levantamento preliminar de Sepsidae (Diptera, Schizophora) em Roraima, Projeto Maracá, com descrição de uma espécie nova. **Acta Amazonica**, v. 21, p. 369-374, 1991.
- SILVA, V. C. Sepsidae (Black Scavenger Flies). In: BROWN, B.V. et al. (Ed.). **Manual of Central American Diptera**: Volume 2. NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canada. 2010. 728 p.
- SILVA, V. C. Sepsidae. In: **Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil**. PNUD, 2015. Disponível em: <<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/ConsultaPublicaUC.do>>. Acesso em: 10 jun. 2017.
- SOUZA, E. S.; WILLEMART, R. H. Harvest-ironman: heavy armature, and not its defensive secretions, protects a harvestman against a spider. **Animal Behaviour**, v. 81, n. 1, p. 127-133, 2011.
- ZENK, D. **Die Rektaldrüse der Sepsidae (Diptera)**: Chemie, Morphologie und biologische Bedeutung. – Diplomarbeit der Fakultät Biologie, Universität Bayreuth, 1990.
- ZUSKA, J. Family Sepsidae. In: CROSKEY, R. W. (Ed.). **Catalogue of the Diptera of the Afrotropical Region**. London, British Museum (Natural History), p. 591-596, 1980.

**Artigo 1 - Estudo de palatabilidade de *Archisepsis armata* (Schiner, 1868) (Diptera, Sepsidae)**

(Normas editoriais da Revista Brasileira de Entomologia – Anexo I)

**Amanda de Azevedo Silva & Fernando da Silva Carvalho Filho**

## **Estudo de palatabilidade de *Archiseopsis armata* (Schiner, 1868) (Diptera, Sepsidae)**

Amanda de Azevedo Silva<sup>1\*</sup>, Fernando da Silva Carvalho Filho<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução do Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, PA, Brasil

<sup>2</sup> Coordenação de Zoologia, Departamento de Entomologia, Museu Paraense Emílio Goeldi, Coordenação de Zoologia, Belém, PA, Brasil

\*Autor correspondente: amanda.a.silva16@gmail.com

### **Resumo**

A predação é uma das pressões seletivas mais importantes sofridas pelos organismos, por isso, os organismos evoluíram mecanismos de defesa que consistem em defesas morfológicas, químicas ou comportamentais. A defesa química consiste na utilização de substâncias que causam algum tipo de dano ou repelem os predadores. Poucas espécies de moscas utilizam defesas químicas e este tipo de defesa já foi observada em algumas espécies de Sepsidae. Apesar disso, ainda não há nenhum estudo testando esta hipótese. Desta forma, este estudo teve como objetivo verificar se o Sepsidae *Archiseopsis armata* é impalatável para dois predadores invertebrados (aranha-saltadora e louva-a-deus). O experimento consistiu em oferecer espécimes de *A. armata* (grupo de tratamento) e de *Drosophila melanogaster* (Meigen, 1830) (grupo controle) à aranha-saltadora *Plexippus paykulli* (Audouin, 1826) e ao louva-a-deus *Stagmatoptera binotata* Scudder, 1869. *A. armata* foi considerada palatável aos predadores testados, sendo 73,3% foi predado por *P. paykulli* e 93,3% por *S. binotata*. Além disso, não houve diferença significativa de predação entre os grupos tratamento e controle para *P. paykulli* (P= 0,813) e *S. binotata* (P= 0,619). São necessários mais estudos de palatibilidade para as espécies dos outros gêneros e de outras regiões biogeográficas para verificar se a impalatibilidade está amplamente difundida dentro da família.

**Palavras-chave:** Artrópode, Inseto, Mosca, Defesa, Predação.



**Abstract**

Predation is one of the most important selective pressures suffered by organisms that consequentially have evolved morphological, chemical, and behavioral defense mechanisms. Chemical defense is the use of substances that cause some kind of damage or repel predators. Few species of flies use chemical defenses, but this type of defense has been observed in some species of Sepsidae. Despite this, there is yet no study testing this hypothesis. Thus, this study aimed to verify if the sepsid fly *Archiseptis armata* is unpalatable for two invertebrate predators (jumping spider and praying mantis). The experiment consisted of offering specimens of *A. armata* (treatment group) and *Drosophila melanogaster* (Meigen, 1830) (control group) to the jumping spider *Plexippus paykulli* (Audouin, 1826) and to the mantis *Stagmatoptera binotata* Scudder, 1869. *Archiseptis armata* was considered palatable to both tested predators, with 73.3% being predated by *P. paykulli* and 93.3% by *S. binotata*. In addition, there was no significant difference in predation between the treatment and control prey for *P. paykulli* ( $P = 0.813$ ) and *S. binotata* ( $P = 0.619$ ). Further palatability studies are needed with species from other genera and other biogeographical regions to ascertain whether impalatability is widely expressed in the family Sepsidae.

**Keywords:** Arthropod, Insect, Fly, Defense, Predation.

## Introdução

A predação é uma das principais pressões de seleção que determina a forma e o comportamento dos organismos (Endler, 1991; Lima, 1998). Desta forma, existem diversos mecanismos de defesa que contribuem de forma significativa para evitar ou diminuir o ataque dos predadores, tais como padrões de coloração, formato corporal, comportamento e utilização de substâncias químicas (Evans & Schmidt, 1990; Ruxton et al., 2004).

Alguns organismos podem secretar compostos químicos ou adquirir compostos secundários através de sua alimentação, tornando-se impalatáveis. Estes compostos podem fazer com que o predador simplesmente liberte a presa ou podem em alguns casos até paralisar ou causar a morte do mesmo (Carrel e Eisner, 1984; Hagman et al. 2009; Hayes et al., 2009).

A utilização de defesas químicas é um fenômeno raro entre as espécies de Diptera. A família Sepsidae, caracterizada por indivíduos relativamente pequenos, coloração geralmente escura e que apresentam aspecto de formiga (Ozerov, 2005), diferentemente de todas as outras moscas, podem ser impalatáveis (Bristowe, 1979, Zenk, 1990), devido a produção de substâncias químicas através de uma glândula, conhecida como glândula de Dufour (Pont & Meir, 2002). No entanto, essa glândula não está presente em todos os gêneros (Pont e Meir, 2002).

Apesar disso, desde então, nenhum estudo detalhado foi publicado sobre o mecanismo de defesa das outras espécies e gêneros de Sepsidae, principalmente da região Neotropical. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi verificar se a espécie *Archiseopsis armata* é impalatável.

## Material e Métodos

### Obtenção dos espécimes e manutenção em laboratório

Neste estudo foi utilizada a espécie de Sepsidae *Archiseopsis armata*, por se tratar de uma espécie comum e abundante na região de Belém. Os espécimes foram coletados sobre fezes bovinas e carcaça de animais no campus da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém, Pará, Brasil e foram capturados com sacos plásticos transparentes e rede entomológica. Após a captura, os espécimes foram acondicionados em sacos plásticos e transportados para o laboratório no setor de entomologia do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), Belém, Pará, Brasil, para realização dos experimentos.

Foi utilizado como grupo controle indivíduos da espécie *Drosophila melanogaster* (Diptera, Drosophilidae), esses foram coletados com auxílio de sacos plásticos transparentes no campus do MPEG, utilizando-se como isca banana apodrecida. Esses também foram acondicionados em sacos plásticos e levados para o laboratório.

Os modelos de predadores utilizados neste trabalho foram aranhas adultas da espécie *Plexippus paykulli* (Araneae, Salticidae) e ninfas de 1º ínstar de louva-a-deus da espécie *Stagmatoptera binotata* (Insecta, Mantodea). As aranhas foram coletadas no interior de residências na área urbana de Belém e no campus do MPEG. As ninfas de louva-a-deus foram obtidas de ootecas coletadas no Campus do MPEG. Desta forma, isso diminui a chance de estes predadores terem tido contato prévio com os sepsídeos.

As aranhas e os louva-a-deus foram acondicionados individualmente em recipientes plásticos devidamente numerados. Os recipientes foram confeccionados utilizando-se potes plásticos de 250 mililitros, onde foram feitas ranhuras na face interna para facilitar a aderência e locomoção dos indivíduos mantidos nestes. Além disso, cada pote continha um furo de 2 centímetros de diâmetro na base, que ficava fechado com um pedaço de esponja, pelo qual era inserido o alimento e água. A água foi fornecida em pequenos pedaços de algodão e como alimento foram utilizadas ninfas de gafanhotos de primeiro e segundo estágio das espécies *Schistocerca nitens* (Thunberg, 1815) e *Orphulella concinnula* (Walker, 1870).

## Experimento

Na realização dos testes de palatabilidade as aranhas e os louva-a-deus foram divididos em dois grupos de 15 indivíduos cada. Desta forma, 15 aranhas receberam somente drosofilídeos e 15 receberam somente *Archiseopsis armata*. O mesmo foi feito com os louva-a-deus (Fig. 1), totalizando 30 indivíduos de aranhas e 30 de louva-a-deus, 15 de cada alimentados com drosofilídeos e 15 com sepsídeos. Antes do experimento os predadores ficaram sem alimentação por um período de 48 horas. Após a inserção dos sepsídeos e drosofilídeos nos potes, foram realizadas observações durante um período de até 30 minutos e todas as reações dos predadores foram registradas.

Foi realizado o teste de Mann-Whitney, uma vez que segundo o teste de Shapiro os dados não apresentam distribuição normal, para analisar se houve diferença significativa ( $p < 0.05$ ) quanto a predação de *Drosophila melanogaster* (grupo controle) e *Archiseopsis armata* (grupo de tratamento) para *Plexippus paykulli* e *Stagmatoptera binotata*. Para a realização das análises foi utilizado o programa PAST (Hammer et al., 2001).

## Resultados

Foram observadas duas categorias de comportamento de *S. binotata* em relação a *A. armata*, que são as seguintes: “Atacou e comeu” e “Sem reação”, sendo que a primeira foi mais comum (93,3%) (Fig. 2). Em relação a *D. melanogaster*, foram observadas três categorias: “Atacou e comeu” (86,7%), “Atacou e ignorou” (6,6%) e “Sem reação” (6,7%) (Fig. 2).

Foram observadas três categorias de comportamento de *P. paykulli* em relação a *A. armata*, que são as seguintes: “Atacou e comeu” (73,3%), “Atacou e ignorou” (6,7%) e “Sem reação” (20%) (Fig. 2). Em relação a *D. melanogaster*, foram observadas três categorias: “Atacou e comeu” (86,7%), “Atacou e ignorou” (6,6%) e “Sem reação” (6,7%) (Fig. 2).

Nenhum dos predadores demonstrou comportamento de repulsa ao entrar em contato com os sepsídeos.

De acordo com os resultados obtidos não houve diferença significativa entre os espécimes consumidos de *Drosophila melanogaster* e *Archiseopsis armata* tanto para *Stigmatoptera binotata* ( $P=0,619$ ) quanto para *Plexippus paykulli* ( $P=0,813$ ) (Fig. 3).

## Discussão

A ausência de diferença significativa da categoria comportamental “Atacou e comeu” entre o *A. armata* e *D. melanogaster* indica que a espécie de sepsídeo utilizada neste estudo não é impalatável para a espécie de aranha *Plexippus paykulli* e para a espécie de louva-a-deus *Stigmatoptera binotata*.

Os louva-a-deus são predadores generalistas que comem vários tipos de presas, inclusive espécies que são consideradas impalatáveis para outros predadores, tais como abelhas (*Apis mellifera* Linnaeus, 1758) (Beckman e Hurd, 2003), percevejos da família Pentatomidae (Noge et al., 2012) e lagartas de borboleta-monarca (*Danaus plexippus*) (Linnaeus, 1758) (Rafter et al., 2013). Aranhas-saltadoras, por outro lado, apesar de consumirem uma grande variedade de presas, geralmente não consomem presas impalatáveis (Edwards e Jackson, 1994), inclusive algumas espécies de Sepsidae (Bristowe, 1979). Desta forma, como *A. armata* foi consumida por ambos os predadores, inclusive por um predador que evita presas impalatáveis como a aranha-saltadora, ela foi considerada como palatável.

No entanto, são necessários mais estudos que investiguem a palatabilidade de *Archiseopsis armata* para outros possíveis predadores (outras espécies de aranhas, hemípteros,

dípteros predadores, formigas e vespas), já que vespas e formigas já foram observadas atacando e posteriormente ignorando algumas espécies de Sepsidae na Europa (Zenk, 1990). Além disso, são necessários também estudos de palatabilidade com predadores vertebrados, já que, algumas espécies de pássaros na Europa já foram observadas predando sepsídeos (Pont, 1987).

O gênero *Archisepsis* faz parte de um clado que é composto por todos os outros gêneros neotropicais o qual é o grupo irmão de um clado composto por vários gêneros do Velho Mundo, inclusive *Sepsis* (Zhao et al., 2013). Este clado, por sua vez, tem como grupo-irmão um clado composto por outros gêneros do Velho Mundo. Considerando que *Sepsis fulgens* é realmente impalatável, um teste de palatabilidade com outros gêneros dos outros clados poderia indicar se a produção de substâncias que tornam os sepsídeos impalatáveis foi perdida no clado das espécies neotropicais, somente no gênero *Archisepsis* ou se surgiu somente no clado que *Sepsis* faz parte.

*Archisepsis armata* por ser tratar de uma espécie onde os indivíduos são encontrados de forma abundante e estar amplamente distribuída na região Neotropical (Silva, 1991, 2015), pode ser um recurso alimentar importante para vários animais insetívoros. Apesar disso, o mecanismo de defesa desta espécie, como observado neste estudo, não é palatabilidade.

A maioria das espécies de Sepsidae possui uma aparência semelhante a formiga (Pont e Meir, 2002; Ozerov, 2005), as quais são evitadas por muito predadores, já que elas possuem ferrão que libera veneno e/ou liberam substâncias repulsivas, tais como o ácido fórmico (Baccaro et al., 2015). Por isso, elas servem como modelo no mimetismo batesiano para vários grupos de invertebrados, inclusive os sepsídeos (Ito et al., 2004). Desta forma, o principal mecanismo de defesa dos sepsídeos que não possuem substâncias repulsivas, aparentemente é o mimetismo batesiano.

## **Agradecimentos**

Nós agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Pará pela bolsa de mestrado concedida à primeira autora. Agradecemos também ao César Favacho pela disponibilidade das imagens, à Caroline Souza pelo desenvolvimento das análises estatísticas e ao Lucas Rodrigues pelo grande auxílio em toda a execução do projeto.

## **Referências**

Baccaro, F. B., Feitosa, R. M., Fernandez, F., Fernandes, I. O., Izzo, T. J., Souza, J. L. P.,

- Solar, R., 2015. Guia para os gêneros de formigas do Brasil. Editora INPA, Manaus, 388p.
- Beckman, N., Hurd, L. E., 2003. Pollen Feeding and Fitness in Praying Mantids: The Vegetarian Side of a Tritrophic Predator. *Environ. Entomol.* 32, 881-885.
- Bristowe, W.S., 1979. The mysterious swarms of sepsid flies and their unpalatability to spiders. *Proc. Brit. Ent. Nat. Hist. Soc.* 12, 16–19.
- Carrel, J. E., Eisner, T., 1984. Spider sedation induced by defensive chemicals of milliped prey. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 81, 806-810.
- Edwards, G. B., Jackson, R. R., 1994. The role of experience in the development of predatory behaviour in *Phidippus regius*, a jumping spider (Araneae, Salticidae) from Florida. *New Zeal. J. Zool.* 21, 269–277.
- Endler, J. A., 1991. Interactions between predators and prey, in: Krebs, J.R. & Davies, N.B. (Eds.), *Behavioural ecology: an evolutionary approach*. Oxford: Blackwell, pp. 169–196.
- Evans, D. L., Schmidt, J. O., 1990. *Insect Defenses: Adaptive Mechanisms and Strategies of Prey and Predators*. Suny Press.
- Hagman, M., Phillips, B. L., Shine, R., 2009. Fatal attraction: adaptations to prey on native frogs imperil snakes after invasion of toxic toads. *Proc. R. Soc. B.* 276, 2813-2818.
- Hammer, A., Harper, D. A. T., Ryan, P. D., 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontol. Electron.* 4, 1-9.
- Hayes, R. A., Crossland, M. R., Hagman, M., Capon, R. J., Shine, R., 2009. Ontogenetic variation in the chemical defenses of cane toads (*Bufo marinus*): toxin profiles and effects on predators. *J. Chem. Ecol.* 35, 391-399.
- Ito, F., Hashim, R., Huei, Y. S., Kaufmann, E., Akino, T., Billen, J., 2004. Spectacular Batesian mimicry in ants. *Naturwissenschaften* 91, 481–484.
- Lima, S. L., 1998. Stress and decision making under the risk of predation: recent developments from behavioral, reproductive, and ecological perspectives. *Adv Study Behav.* 27, 215–290.
- Noge, K., Prudic, K. L., Becerra, J. X., 2012 Defensive roles of (E)-2-alkenals and related compounds in Heteroptera. *J. Chem. Ecol.* 38, 1050-1056.
- Ozerov A.L., 2005. World Catalogue of the family Sepsidae (Insecta: Diptera). *Zool. Zh.* 8, 1-74.
- Pont, A. C., 1987. The mysterious swarms of sepsid flies’: an enigma solved? *J. Nat. Hist.* 21 (2): 305-317.
- Pont, A. C., Meier, R., 2002. *The Sepsidae (Diptera) of Europe*. Brill, Leiden, Boston, Koln. *Fauna Entomol. Scand.* 37, 1-198.
- Rafter, J., Agrawal, A. A., Preisser, E., 2013. Chinese mantids gut toxic monarch caterpillars:

avoidance of prey defence? Ecol. Entomol. 38, 76–82.

Ruxton, G.D., Sherratt, T.N., Speed, M.P, 2004. Avoiding attack: the evolutionary ecology of crypsis, warning signals and mimicry. New York: Oxford University Press.

Silva, V. C., 1991. Levantamento preliminar de Sepsidae (Diptera, Schizophora) em Roraima, Projeto Maracá, com descrição de uma espécie nova. Acta Amaz. 21, 369-374.

Silva, V. C., 2015. Sepsidae. In: Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. Disponível em: <<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/ConsultaPublicaUC.do>>. Acesso em: 10 jun. 2017.

Zenk, D., 1990. Die Rektaldrüse der Sepsidae (Diptera): Chemie, Morphologie und biologische Bedeutung. Diplomarbeit der Fakultät Biologie, Universität Bayreuth.

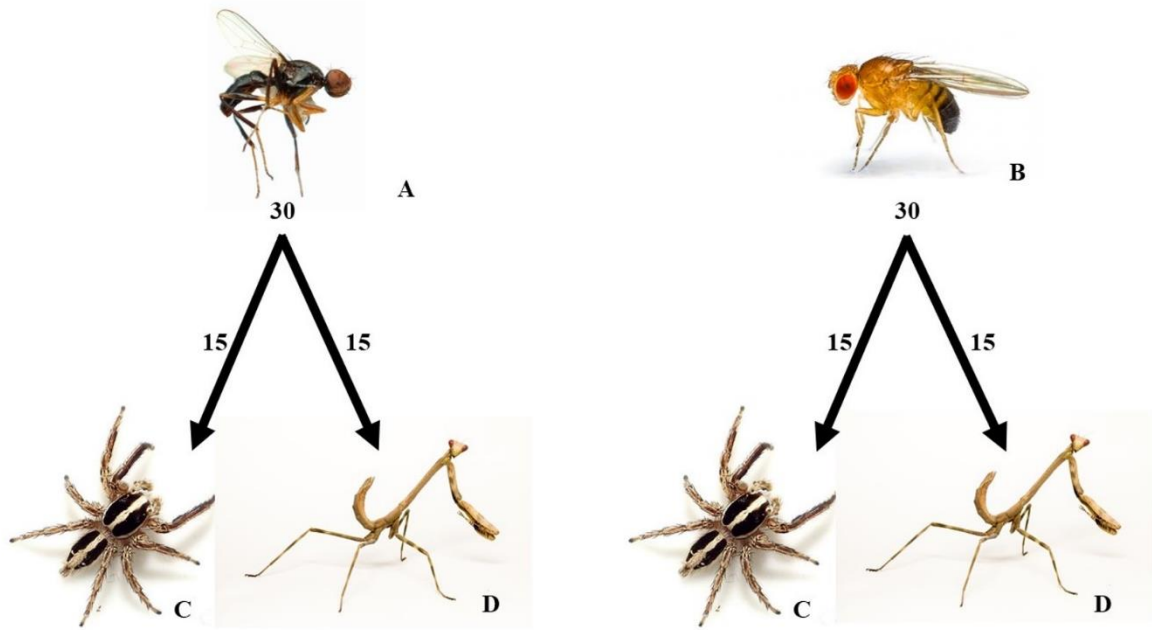
Zhao, L., Annie, A. S. H., Amrita, S., Yi, S. K. F., Rudolf, M., 2013. Does better taxon sampling help? A new phylogenetic hypothesis for Sepsidae (Diptera: Cyclorrhapha) based on 50 new taxa and the same old mitochondrial and nuclear markers. Mol. Phylogenet. Evol. 69 (1), 153-164.

## LEGENDAS DAS FIGURAS

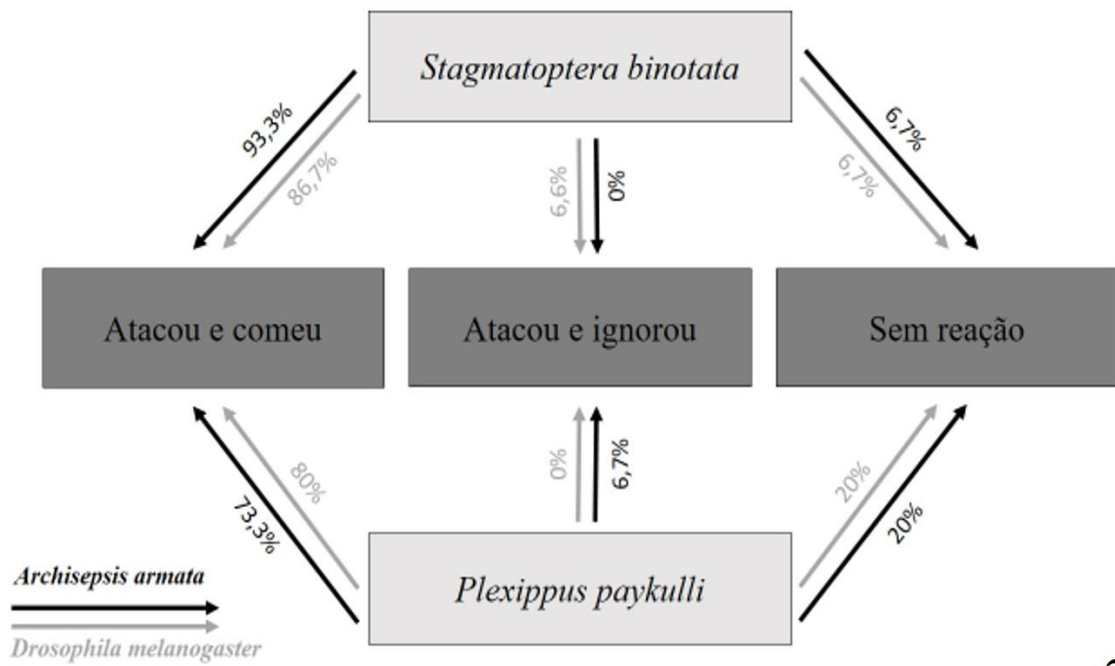
**FIGURA 1.** Esquema de distribuição dos espécimes de *A. armarta* (grupo de tratamento) e de espécimes de *D. melanogaster* (grupo controle) oferecidos aos predadores modelos. **A.** *Archiseptis armata*. **B.** *Drosophila melanogaster*. **C.** *Plexippus paykulli* **D.** *Stagmatoptera binotata*. Fotos: César Favacho.

**FIGURA 2.** Fluxograma das interações predatórias entre as espécies de louva-a-deus (*Stagmatoptera binotata*) e aranha (*Plexippus paykulli*) junto as presas oferecidas (*Drosophila melanogaster* e *Archiseptis armata*). As setas pretas indicam atos exibidos pelas aranhas e louva-a-deus que interagem com os sepsídeos e cinza indica atos exibidos pelas aranhas e louva-a-deus que interagem com os drosofilídeos.

**FIGURA 3.** Comportamento dos indivíduos de *Stagmatoptera binotata* (louva-a-deus) e *Plexippus paykulli* (aranhas) ao interagir com os sepsídeos da espécie *Archiseptis armata* (grupo de tratamento) e com os drosofilídeos da espécie *Drosophila melanogaster* (grupo controle).



1



2



