

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Instituto de Biologia**  
**Programa de Pós-Graduação em Entomologia**



**Dissertação**

**Espécies brasileiras do gênero *Scaptomyza* (Diptera: Drosophilidae):  
novas espécies e registros de ocorrência**

**Camila Furtado Dalmorra Barcelos**

Pelotas, 2022

**Camila Furtado Dalmorra Barcelos**

**Espécies brasileiras do gênero *Scaptomyza* (Diptera: Drosophilidae):  
novas espécies e registros de ocorrência**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia do Instituto de Biologia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Entomologia.

Orientador: Marco Silva Gottschalk

Pelotas, 2022

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas  
Catalogação na Publicação

B242e Barcelos, Camila Furtado Dalmorra

Espécies brasileiras do gênero *Scaptomyza* (Diptera: Drosophilidae) : novas espécies e registros de ocorrência / Camila Furtado Dalmorra Barcelos ; Marco Silva Gottschalk, orientador. — Pelotas, 2022.

68 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, 2022.

1. Espécies invasoras. 2. Morfologia. 3. Sistemática. 4. Taxonomia. I. Gottschalk, Marco Silva, orient. II. Título.

CDD : 595.77

Elaborada por Ubirajara Buddin Cruz CRB: 10/901

Camila Furtado Dalmorra Barcelos

Espécies brasileiras do gênero *Scaptomyza* (Diptera: Drosophilidae): novas espécies e registros de ocorrência

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Entomologia, Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa:

Banca examinadora:

Prof. Dr. Marco Silva Gottschalk (Orientador)

Doutor em Biologia Animal pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Marco Antonio Tonus Marinho Doutor em Genética e Biologia Molecular, pela Universidade Estadual de Campinas

Prof. Dr. Jean Lucas Poppe

Doutor em Biologia Animal pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

## **Agradecimentos**

À minha linda filha Giovana, pela compreensão das minhas ausências e por me dar o amor incondicional que só ela tem.

Ao meu orientador Marco, pelo carinho, apoio e paciência. Que você seja sempre esse exemplo de pessoa e profissional incrível.

À minha amiga e coorientadora Mayara, que me ouviu chorar mais vezes do que é possível contar as angústias da vida acadêmica. Tu és inspiração pro mundo! Obrigada por fazer parte da minha trajetória.

À minha irmã de coração Carina, por estar sempre presente e ser meu alento sempre que foi necessário nos últimos 16 anos.

Às amigas e companheiras de laboratório Ju, Lau, Angel e Yah por todo o apoio, surtos, cafés e encontros virtuais nesse período de pandemia. O nosso ano de atividades presenciais foi inesquecível.

Ao pessoal do INPA e Prof. José Albertino pela calorosa recepção e empréstimo de material ao longo do mestrado.

Ao pessoal da PUC pela parceria para a realização de um dos artigos desse trabalho.

À minha família pelo incentivo.

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

*"Sou uma série de pequenas vitórias e grandes derrotas e estou tão espantado quanto qualquer outro por ter conseguido chegar até aqui sem cometer um assassinato ou ser assassinado: sem ter acabado no hospício." (BUKOWSKI, 2007, p. 59)*

## Resumo

DALMORRA, Camila Furtado Barcelos. **Espécies brasileiras do gênero *Scaptomyza* (Diptera: Drosophilidae):** novas espécies e registros de ocorrência. Orientador: Marco Silva Gottschalk. 2022. 68f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2022.

O gênero *Scaptomyza* Hardy, 1849 tem registros de ocorrência de cinco espécies no Brasil, o que quando comparado a outros gêneros relacionados da família se mostra um número baixo e com forte indício de apresentar dados sub-explorados. O estudo de grupos negligenciados vem se tornando uma forte iniciativa por parte dos drosofilistas, com a intenção de ampliar o conhecimento acerca da família e sobre a relação entre as espécies. O presente estudo utilizou dados morfológicos para a identificação de espécies nativas e invasoras do gênero *Scaptomyza* que foram coletadas em diferentes biomas brasileiros. Destaca-se os registros das espécies *S. flava* (Fallén, 1823) e *S. pallida* (Zetterstedt, 1847), a primeira com potencial de assumir o *status* de praga de hortaliças, sendo o primeiro registro de ambas no território brasileiro. Ainda, utilizando a morfologia como ferramenta para identificação e descrição de espécies, foram descritas quatro novas espécies para o território brasileiro, ampliando os registros de ocorrência do gênero para 11 espécies no Brasil. A proposição e delimitação das novas espécies é apoiada na descrição da morfologia externa e das genitálias masculina e feminina, em comparação com outras espécies Neotropicais do gênero, e de gêneros filogeneticamente próximos. Sugere-se a utilização de duas novas metodologias de coleta não comumente utilizadas por drosofilistas para o grupo (*pan traps* coloridas e armadilhas Malaise), baseado no sucesso obtido utilizando essas armadilhas, já que o número de espécies coletadas para este trabalho é maior do que o já registrado para o Brasil anteriormente.

Palavras-chave: Espécies invasoras. Morfologia. Sistemática. Taxonomia.

## Abstract

DALMORRA, Camila Furtardo. **Brazilian species of genus *Scaptomyza* (Diptera: Drosophilidae):** new species and occurrence records. Advisor: Marco Silva Gottschalk. 2022. 68p. Dissertation (Masters in Entomology) – Institute of Biology, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2022.

The genus *Scaptomyza* Hardy, 1849 has five species with records of occurrence in Brazil, which, when compared to other related genera of the family, shows a low number and a strong indication of underexplored data. The study of neglected groups has become a strong initiative on the part of drosophilists, with aim of expanding knowledge about the family and the relationship between species. The present study used morphological data to identify native and invasive species of the genus *Scaptomyza* that were collected in different Brazilian biomes. The records of the species *S. flava* (Fallén, 1823) and *S. pallida* (Zetterstedt, 1847) stand out, the first with the potential to assume the status of pest of vegetables, being the first record of both in Brazilian territory. Also, using morphology as a tool for species identification and description, four new species were described for the Brazilian territory. Extending the occurrence records of the genus to 11 species in Brazil. The proposition and delimitation of the new species is supported by the description of external morphology and male and female genitalia, in comparison with other Neotropical species of the genus, and phylogenetically close genera. It is suggested two new collection methodologies not usually used by drosophilists for the group (colored pan traps and Malaise traps), based on the success obtained using these traps, since the number of species collected for this work is greater than that previously recorded for Brazil.

Keywords: Invasive species. Morphology. Systematics. Taxonomy.



## Sumário

<b>1.Introdução .....</b>	<b>8</b>
1.1Região Neotropical .....	9
1.2 Cerrado .....	10
1.3 Mata Atlântica .....	10
1.4 Pampa .....	11
<b>2 Taxonomia de Drosophilidae .....</b>	<b>12</b>
2.1 O gênero <i>Scaptomyza</i> .....	13
<b>3 Objetivos .....</b>	<b>15</b>
3.1 Objetivo geral .....	15
3.2 Objetivos específicos .....	15
<b>Capítulo 1. Espécies de <i>Scaptomyza</i> (Diptera, Drosophilidae) do Sul do</b>	
<b>Brasil: novos registros, espécies pragas e descrições morfológicas .</b>	<b>16</b>
Resumo .....	16
Introdução .....	17
Materiais e métodos .....	19
Resultados .....	23
Discussão .....	23
<b>Capítulo 2. Novas espécies neotropicais de <i>Scaptomyza</i> Hardy, 1850</b>	
<b>(Diptera: Drosophilidae) .....</b>	<b>29</b>
Resumo .....	29
Introdução .....	30
Materiais e métodos .....	30
Resultados .....	32
Discussão .....	57
<b>Considerações finais.....</b>	<b>59</b>
Referências .....	60

## **1 Introdução**

A busca constante por recursos, advinda da atividade humana, tem alterado o meio ambiente de maneira rápida e brusca, refletindo assim na composição da biodiversidade mundial (CHAPIN et al., 2000). Outros reflexos destas atividades, como as mudanças climáticas, a poluição ambiental e a invasão de espécies exóticas, vem contribuindo fortemente com o aumento das taxas de extinção, o que faz com que muitas espécies sejam extintas antes mesmo de sua descrição (BUTCHART et al., 2010). Neste sentido, para melhor preservar uma área é importante reconhecer, mensurar e descrever sua biodiversidade, especialmente espécies com maior probabilidade de extinção. Isso possibilita intervenções de manejo dentro da área preservada e é crítico para organismos vulneráveis e de pequeno tamanho corporal (MARGULES; PRESLEY, 2000).

A taxonomia, como conceito biológico, identifica e descreve a unidade básica da biodiversidade, a espécie, com base nas propriedades observáveis de espécimes preservados, e gera um sistema de nomes claro, estável e confiável que pode representar a biodiversidade. No entanto, a descrição de espécies é uma suposição que pode e deve ser enfrentada (SANTOS et al., 2010). Tradicionalmente, as espécies são descritas através da observação e comparação de suas características morfológicas, sejam elas, padrões de coloração, conformação do aparelho bucal, venação das asas ou padrões da genitália. Novas abordagens vêm surgindo em função das limitações de tempo que existem na formação de especialistas em cada um dos grupos taxonômicos e pela atuação de poucas pessoas na descrição das espécies (HEBERT et al., 2003), o que torna a taxonomia mais devagar do que o desejável.

A técnica de DNA BARCODE é um exemplo de alternativa à taxonomia com base em dados morfológicos. Ela utiliza a sequência de nucleotídeos de um fragmento de DNA mitocondrial para o reconhecimento de espécies animais, especificamente do gene codificador da proteína Citocromo Oxidase I (COI), e vem sendo amplamente utilizada em estudos taxonômicos (HEBERT et al., 2003). Porém, sua aplicação ainda apresenta restrições, como o alto custo e a dificuldade de acesso pelos taxonomistas, de maneira que a taxonomia morfológica mantém sua

importância por evidenciar de maneira simples os caracteres e suas variações, possibilitando a identificação de novas espécies (BARROS, 2015). Neste sentido, é constante o crescimento no número de táxons descritos ao longo dos últimos anos, corroborando que ainda há muitas espécies a serem descobertas (BARROS, 2015; PRANCE et al., 2000).

### 1.1 Região Neotropical

O Brasil, em conjunto com os demais países da América do Sul e América Central, constitui a Região Neotropical, uma região biogeográfica bastante complexa por conter ecossistemas diversificados que incluem, no Brasil, as florestas Amazônica e Atlântica, Cerrado, Pampa, Pantanal e Caatinga, por exemplo (D'HORTA, 2009). No entanto, a Região Neotropical é uma das menos estudadas do Planeta e a mensuração da biodiversidade pode ser um dado subexplorado (LEWINSOHN; PRADO, 2005). Portanto, é de extrema importância a identificação e descrição das espécies que a compõe, com atenção especial às espécies endêmicas que vêm sofrendo com a perda e fragmentação de habitats (LEWINSOHN; PRADO, 2005). A Região Neotropical é conhecida por ter a maior flora e fauna do mundo (TUNDISI; TUNDISI, 2008), incluindo sete dos 35 hotspots de biodiversidade (WILLIAMS et al., 2011). Essa situação é atraente para pesquisas, mas pouco se tem avançado no conhecimento sobre espécies neotropicais e seus aspectos ecológicos, origem, história evolutiva e manutenção dessa alta biodiversidade permanecem desconhecidos ou pouco compreendidos (ANTONELLI; SANMARTIN, 2011; TURCHETTO-ZOLET et al., 2013; TINOCO et al., 2015).

Ainda é desafiador responder às perguntas acerca desta ampla e diversificada riqueza biológica, porém se sabe que não se pode atribuí-la a eventos isolados. A diversificação verificada para a escala Neotropical está mais estruturada ecológica que geograficamente, como vem sendo apontado por novos estudos filogenéticos (HUGHES et al., 2013). E esse aspecto é de extrema importância para a conservação do nicho ecológico (HUGHES et al., 2013).

Neste estudo, buscamos contribuir com a descrição taxonômica de espécies encontradas em três biomas brasileiros, o Cerrado, a Mata Atlântica e o Pampa.

## 1.2 Cerrado

O Cerrado é o segundo maior bioma da América do Sul, sendo ainda o segundo maior entre os seis grandes biomas brasileiros, e reconhecido como um dos 35 hotspots globais de diversidade biológica. Na abordagem da biodiversidade, é identificado como a savana mais rica em espécies do mundo, leito das águas do Brasil e celeiro do mundo. Composta por uma grande variedade de formações vegetais, possui a mais diversificada biodiversidade florística, e como sua vegetação utiliza CO<sub>2</sub> nos processos metabólicos, ele é reconhecido também pela capacidade de limpeza atmosférica (FELFILI et al., 2007; SILVA; SCARIOT, 2003, 2004; NASCIMENTO et al., 2004).

O clima do Cerrado se apresenta tipicamente sazonal quanto à pluviosidade, com significativas diferenciações nas suas médias anuais de temperatura e precipitação (ADÂMOLI et al., 1986; NIMER; BRANDÃO 1989; IBGE 2004a).

Diversas espécies vegetais presentes no bioma podem ser consideradas ameaçadas de extinção, já que vem sendo extremamente exploradas ao longo dos anos. Como muitas dessas espécies apresentam valor comercial, vem sendo uma grande barreira para a conservação de seus ambientes. É o caso da cerejeira, que se encontra na lista vermelha da IUCN como fortemente ameaçada de extinção, e se projeta que um número ainda maior de espécies passará a fazer parte dessa lista em breve (MITCHELL; DALY, 1991; GIULIETTI et al., 2002).

## 1.3 Mata Atlântica

A Mata Atlântica é uma das maiores florestas tropicais do mundo e a segunda maior floresta tropical úmida em território brasileiro (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2001; SANTOS, 2010), e se estabeleceu ao longo de toda a costa leste do Brasil. Em algum momento, ocupou espaços à oeste em estados que não estão ligados a costa, como o Piauí, Mato Grosso e Minas Gerais. Com os sucessivos ciclos econômicos e a contínua expansão da população humana na região, durante os últimos cinco séculos, comprometeram seriamente a integridade ecológica dos ecossistemas singulares da Mata Atlântica. As origens dessa grave crise ambiental podem ser resgatadas na história de colonização da região (DEAN, 1995; COIMBRA-FILHO; CÂMARA, 1996).

A organização da Mata Atlântica difere da de outros biomas por ser extremamente heterogênea. A floresta se estende por uma área muito grande, que apresenta diversas zonas climáticas e formações vegetais, que vão de tropicais a subtropicais. Diferindo de outras florestas tropicais espalhadas pelo mundo, a Mata Atlântica possui um conjunto de variáveis geográficas e climáticas que a tornam singular. A topografia do bioma varia entre o nível do mar até 2.900m de altitude (MANTOVANI, 2003), a temperatura média varia de 14-21°C, embora no Sul do país a temperatura frequentemente possa cair até valores abaixo de 0°C, e com pluviosidade média de 1200 mm anuais (IZMA, 2009).

#### 1.4 Pampa

O Bioma Pampa integra a maior porção do território do estado do Rio Grande do Sul (62,2% do território), parte da Argentina e todo o território do Uruguai (BOLDRINI et al., 2010). Estas áreas vêm sofrendo alterações desde a época da colonização, com as demarcações de fronteiras, a introdução da pecuária e o estabelecimento da estrutura fundiária de médias e grandes propriedades conhecida até hoje.

O conhecimento sobre a riqueza da diversidade biológica do Pampa é ainda hoje escassa (BINKOWSKI, 2009). Existem mais de 2.200 espécies com ocorrência nos campos sulinos, constituindo um patrimônio genético notável até então negligenciado (BOLDRINI et al., 2010). Muitas destas espécies apresentam valor forrageiro para os rebanhos bovinos e ovinos, permitindo o desenvolvimento de uma pecuária ecologicamente responsável, baseada na conservação do campo nativo, ao contrário de outros sistemas baseados na produção com espécies forrageiras exóticas e dependentes de insumos (VERDUM, 2006).

Ademais, o Bioma Pampa tem sido sítio de investimentos estrangeiros no plantio de monoculturas de espécies exóticas, repassando a população uma falsa sensação de preocupação com os problemas ambientais já que se estimula o “plantio de árvores” (FIGUEIRÓ; SELL, 2010). Neste momento, a vegetação original dos campos sulinos está praticamente descaracterizada, sendo perdido em torno de 51% de sua área (ou pouco mais de 64.000 km<sup>2</sup>) para a ação humana, como urbanização e exploração de recursos (HASENACK et al., 2007). Um outro fator de grande relevância é que a vegetação, solos e a ordem climática tornam o território não homogêneo (BOLDRINI et al., 2010). A carência de estudos básicos sobre a

riqueza biológica de campos nativos e o baixo número de Unidades de Conservação torna o Bioma Pampa negligenciado (OVERBECK et al. 2007), inclusive ao compará-lo a outros biomas.

## 2 Taxonomia de Drosophilidae

Drosophilidae é um táxon numeroso que abriga, atualmente, cerca de 4.500 espécies descritas distribuídas em 76 gêneros (BÄCHLI, 2022). A família está dividida em duas subfamílias: Steganinae, com 28 gêneros, e Drosophilinae, com 47 gêneros (GRIMALDI, 1990; RENSEN; O'GRADY, 2002), além de dois gêneros *incertae sedis*, *Apacrochaeta* Duda, 1927 e *Sphyrnoceps* Meijere, 1916. Suas espécies estão distribuídas geograficamente no mundo todo, excetuando os pólos.

Os drosofilídeos apresentam tamanho variando entre 1 e 6 milímetros de comprimento, possuem olhos vermelhos e coloração do corpo variando entre amarelo, marrom e preto (WHEELER, 1981). As asas normalmente são hialinas, mas algumas espécies podem apresentar diferentes padrões de pigmentação, como manchas em certas regiões (GRIMALDI, 1987, 1990; POWELL, 1997; WHEELER, 1981). A veia costal (C) da asa apresenta duas quebras (humeral e subcostal), a veia subcostal (sC) é curta e não atinge a margem da asa. Outros caracteres diagnósticos da família são: presença de uma fenda lateral no segundo segmento da antena (pedicelo); cabeça com três cerdas frontorbitais, sendo a anterior proclínada e as posteriores reclinadas; tórax com dois pares de cerdas dorsocentrais, podendo seguir o padrão de outros dípteros e apresentar configuração 1+3, sendo o último par maior; dois pares de cerdas escutelares; e o anepisterno (ou mesopleura) glabro (WHEELER, 1981; GRIMALDI, 1990).

Ainda há incertezas quanto às relações filogenéticas da família. No clássico estudo de Grimaldi (1990), o autor propõe uma distribuição de gêneros, subgêneros e tribos de forma que *Drosophila* viesse a tornar-se monofilético. Neste estudo, o autor organizou a sistemática da família de forma que a classificação de importantes espécies, como *Drosophila funebris* Fabricius, 1787 (espécie tipo do gênero) e *Drosophila melanogaster* Meigen, 1830 (amplamente utilizada em diversos estudos biológicos) não fossem alteradas.

O gênero *Scaptomyza* também desperta incertezas quanto à filogenia. O'Grady e DeSalle (2008) apontam para a monofilia do gênero, referenciando estudos filogenéticos que indicam que os gêneros *Scaptomyza* e *Drosophila* são

táxons irmãos e a origem de *Scaptomyza* se deu através de uma única colonização de Drosophilidae no Havaí e, a partir desta colonização, houve uma divergência que estabeleceu os dois gêneros insulares da família, *Drosophila* e *Scaptomyza*, e posteriormente a colonização da área continental e irradiação do gênero. Os autores também apontam que a efetiva dispersão e diversificação do gênero foi estabelecida por uma combinação de caracteres que garantiu o seu sucesso adaptativo como tamanho corporal pequeno, curto ciclo de vida e adaptações ecológicas e fisiológicas. Katoh et al. (2017), no entanto, admitem que o gênero se diversificou no continente e colonizou as ilhas havaianas posteriormente, em dois eventos distintos. A primeira grande diversificação de *Scaptomyza* é estimada em 36 milhões de anos atrás, enquanto os cinco principais clados, *Hemiscaptomyza*, *Scaptomyza* (s.g.), *Bunostoma* + *Exalloscaptomyza*, *Boninoscaptomyza* + *Parascaptomyza* e a maioria das *Scaptomyza* havaianas derivaram da radiação que ocorreu entre 21 e 15 milhões de anos atrás. A hipótese de que a origem do primeiro ancestral do gênero tenha sido continental é apoiada pelo fóssil preservado em âmbar dominicano da espécie *S. dominicana* cuja a estimativa de idade é de 23 milhões de anos.

## 2.1 O gênero *Scaptomyza*

Drosophilinae compreende aproximadamente 3.400 espécies conhecidas, distribuídas em 48 gêneros, o que corresponde atualmente à aproximadamente 78% das espécies de Drosophilidae, sendo os gêneros mais especiosos *Drosophila* e *Idiomyia* com aproximadamente 1200 e 425 espécies conhecidas, respectivamente (BÄCHLI, 2022). *Scaptomyza* é um gênero intimamente relacionado a estes dois gêneros, diferindo por poucas características da morfologia externa. Em espécies nas ilhas havaianas, observa-se um gradiente de características que torna difícil sua delimitação taxonômica (CARSON et al., 1970). Da mesma forma, as espécies continentais de *Scaptomyza* se confundem morfologicamente com as de *Drosophila*, dificultando sua identificação.

Entre as características que diagnosticam *Scaptomyza*, podemos citar o número de cerdas acrosticais em 2 ou 4 fileiras (HACKMAN, 1959). Em alguns subgêneros, podemos encontrar até 6 fileiras de acrosticais com inserção desorganizada (BRNCIC, 1983). Na arista, podemos encontrar 1 ou, no máximo, 2 ramos ventrais. A carena é reduzida e menor que em *Drosophila*, da mesma maneira que o tamanho do corpo e das asas é sempre menor e mais esguio quando

comparado a *Drosophila* (BRNCIC, 1955, 1983; HACKMAN, 1959). O ovipositor é fracamente esclerotizado e não dentado. A genitália masculina é comparativamente mais elaborada em *Scaptomyza* (CARSON et al., 1970; LAPOINT; O'GRADY; WHITEMAN, 2013).

*Scaptomyza* foi primeiro estabelecido por Hardy (1849) a partir do estudo de *Drosophila graminum* Fallén 1823 (= *Scaptomyza graminum*) e *Scaptomyza apicalis* Meigen, 1830 (= *Scaptomyza flava* (Fallén 1823)), e, desde então, mais de 270 espécies foram descritas em diferentes partes do mundo, sendo atualmente dividido em 21 subgêneros (O'GRADY; DESALLE, 2008), o que demonstra a grande diversidade de caracteres dentro do próprio gênero.

Na região Neotropical, temos o registro de 42 espécies de *Scaptomyza* pertencentes a quatro subgêneros. Destas, somente cinco espécies possuem registro de ocorrência para o Brasil: *S. fuscinervis* Malloch, 1924, *S. nigripalpis* Malloch, 1924, *S. pleurolineata* Wheeler & Takada, 1966, *S. adusta* (Loew, 1862) e *S. pipinna* Goñi & Vilela, 2016. As duas últimas foram incluídas na listagem de ocorrência para o Brasil recentemente. (GOTTSCALK et al., 2008; POPPE et al., 2015; BÄCHLI, 2022). As espécies *S. striaticeps* Wheeler & Takada, 1966, *S. nigripalpis*, *S. pallida* (Zetterstedt, 1847), *S. graminum* (Fallén, 1823) e *S. spinipalpis* foram coletadas em áreas de Pampa Argentino e Uruguaio (POPPE et al., 2015). O baixo número de espécies encontrado no Brasil pode estar relacionado a deficiente amostragem do gênero, visto que pouco se sabe sobre a biologia do grupo e sua exploração por recursos alimentares e sítios de oviposição.

Os recursos alimentares utilizados pelas espécies havaianas do gênero são quase tão diversificados quanto o que ocorre para a própria família. A micofagia é comum (HACKMAN, 1959), mas também utilizam folhas, flores e frutos sadios ou em decomposição de diferentes espécies vegetais. Entre os subgêneros, percebemos grande diferenciação no nicho, chegando a casos extremos, como em *Titanochaeta* onde as fêmeas ovipositam nos sacos ovigeros de aranhas e, para isso, possuem um ovipositor pontiagudo e bem esclerotizado, característico do grupo. A maioria das espécies utiliza recursos efêmeros como flores e frutos, em decomposição ou não. Em *Elmomyza*, encontramos espécies predadoras, que são raras para o gênero e seu táxon irmão, *Drosophila* (MAGNACCA; FOOTE; O'GRADY, 2008). Para as espécies continentais de *Scaptomyza*, o hábito mais comumente encontrado é a oviposição dentro do parênquima de folhas de diferentes espécies vegetais



(CARSON et al., 1970). A larva é conhecida como mineradora de folhas e pode causar danos econômicos quando ataca espécies vegetais cultivadas.

Desta forma, a presente dissertação visa contribuir para o conhecimento taxonômico do gênero *Scaptomyza* e com a distribuição de suas espécies na Região Neotropical, descrevendo novas espécies para os Biomas Cerrado, Mata Atlântica e Pampa e registrando espécies invasoras para o Bioma Pampa.

### 3 Objetivos

#### 3.1 Objetivo geral

Identificar e descrever espécies Neotropicais do gênero *Scaptomyza* de ocorrência no Brasil.

#### 3.2 Objetivos específicos

- Descrever a morfologia externa das espécies de *Scaptomyza*.
- Descrever a morfologia da terminália masculina e feminina das espécies de *Scaptomyza*.
- Confeccionar pranchas fotográficas da morfologia externa e da terminalia para facilitar o reconhecimento das espécies.
- Confeccionar pranchas ilustradas da morfologia da terminaria masculina e feminina.
- Registrar novas localidades de ocorrência das espécies do gênero *Scaptomyza* para o território brasileiro.

## Capítulo 1

### **Espécies de *Scaptomyza* (Diptera, Drosophilidae) do Sul do Brasil: novos registros, espécies pragas e descrições morfológicas**

Manuscrito a ser submetido para a Revista Brasileira de Entomologia

Camila Dalmorra <sup>a,\*</sup>, Mayara F. Mendes <sup>b</sup>, and Marco S. Gottschalk <sup>a,c</sup>

<sup>a</sup> Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas, RS, Brasil

<sup>b</sup> Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil

<sup>c</sup> Departamento de Ecologia, Zoologia e Genética (DEZG), Universidade Federal de Pelotas (UFPel); Instituto de Biologia (IB), Caixa Postal 354, CEP 96010-900, Pelotas, RS, Brasil

\*E-mail: [camiladalmorra@live.com](mailto:camiladalmorra@live.com)

#### **Resumo**

No presente estudo registramos a presença das três espécies invasoras *Scaptomyza adusta* (Loew, 1862), *S. flava* (Fallén, 1823) e *S. pallida* (Zetterstedt, 1847), potenciais espécies praga no cultivo de hortaliças. Aqui, ilustramos a morfologia das espécies invasoras e de uma espécie nativa da região pampeana. Adicionalmente, apresentamos a morfologia de *S. pipinna* Goñi & Vilela, 2016, para facilitar seu reconhecimento.

**Palavras-chave:** Biodiversidade, *Brassica napus*, pragas de hortaliças, Drosophilinae

## Introdução

O gênero *Scaptomyza* Hardy, 1849 possui 274 espécies descritas em 20 subgêneros. Delas, 60% são endêmicas das ilhas Havaianas (KATOH et al., 2017), que têm sido amplamente estudadas para elucidar questões biogeográficas (HARDY, 1965, THROCKMORTON, 1966, CARSON et al., 1970), taxonômicas (OKADA, 1973; HARDY; KANESHIRO, 1981) e filogenéticas (HACKMAN, 1982; GRIMALDI, 1990; DESALLE, 1995), dada a sua proximidade evolutiva com o gênero *Drosophila* Fallén, 1823 (RENSSEN; O'GRADY, 2002), utilizado como modelo biológico (O'GRADY et al., 2011).

Na região Neotropical, temos registro de 40 espécies de *Scaptomyza* e quatro de seus subgêneros. Já, no Brasil, há registro de apenas cinco espécies (BRAKE; BACHLI, 2008; GOTTSCHALK; HOFFMAN; VALENTE, 2008; POPPE; VALENTE; SCHMITZ, 2012; MENDES et al., 2021). Apesar de muitas espécies de *Scaptomyza* cosmopolitas serem encontradas na região Neotropical, são poucos os registros da presença delas no Brasil, o que pode ser resultado de uma amostragem insuficiente ou uso de armadilhas que não são eficazes na captura desse grupo.

A morfologia de *Scaptomyza* é muito semelhante à de *Drosophila*. Em espécies nas ilhas havaianas, observa-se um gradiente de características que torna difícil a delimitação taxonômica destes gêneros (CARSON et al., 1970). Da mesma forma, as espécies continentais de *Scaptomyza* se confundem morfologicamente com as de *Drosophila*, dificultando sua identificação. Entre as características que diagnosticam o gênero, podemos citar o número de cerdas acrosticais em 2 ou 4 fileiras (HACKMAN, 1959). Em alguns subgêneros podemos encontrar até 6 fileiras de acrosticais com inserção desorganizada (BRNCIC, 1983). Na arista, podemos encontrar 1 ou 2 ramos ventrais. A carena é reduzida e menor que em *Drosophila*, da mesma maneira que o tamanho do corpo e das asas é menor e mais esguio (BRNCIC, 1955; HACKMAN, 1959; BRNCIC, 1983). O ovipositor é fracamente esclerotizado e não denteado. A genitália masculina é comparativamente mais elaborada em *Scaptomyza* do que em *Drosophila* (CARSON et al., 1970; LAPOINT; O'GRADY; WHITEMAN, 2013).

O grande número de subgêneros indica uma grande variação entre as características morfológicas no gênero (BRNCIC, 1983). Os subgêneros *Macroscaptomyza*, *Parascaptomyza* e algumas espécies do subgênero *Scaptomyza*

apresentam um par de cerdas dorsocentrais anteriores à sutura transversa e três posteriores (1+3). Além disso, metade das espécies de *Trogloscaptomyza* apresentam 6 fileiras de cerdas acrosticais (WHEELER; TAKADA, 1966). As características das terminálias bem elaboradas e diferenciadas sugerem mecanismos de barreira no acasalamento de espécies intimamente relacionadas, já que o comportamento de corte e reprodução é muito simples no gênero (CARSON et al., 1970; KATOH et al., 2017).

Os recursos alimentares utilizados pelas espécies representantes havaianas do gênero são quase tão diversificados quanto ocorre para a própria família. A micofagia é comum no grupo (HACKMAN, 1959), mas também utilizam folhas, flores e frutos sadios ou em decomposição, de diferentes espécies vegetais. Entre os subgêneros percebemos grande diferenciação de nicho, chegando a casos extremos, como em *Titanochaeta*, em que as fêmeas ovipositam nos sacos ovigeros de aranhas e, para isso, possuem um ovipositor pontiagudo e bem esclerotizado, característico do grupo. A maioria das espécies utiliza recursos efêmeros, como flores e frutos, em decomposição ou não. Entre *Elmomyza*, encontramos casos de espécies predadoras, que são raras para o gênero e seu táxon irmão, *Drosophila* (MAGNACCA; FOOTE; O'GRADY, 2008). Para as espécies continentais de *Scaptomyza*, o hábito mais comumente encontrado é a oviposição dentro do parênquima de folhas de diferentes espécies vegetais (CARSON et al., 1970). A larva é conhecida como mineradora de folhas e pode causar danos econômicos quando ataca espécies vegetais cultivadas.

Entre as espécies do gênero conhecidas como potenciais pragas de cultivares, a que recebe maior destaque é *Scaptomyza flava* (Fallén 1823) com distribuição mundial e registros de danos econômicos na Europa (MACÁ, 1972), Nova Zelândia (MARTIN, 2004) e Iraque (MAHDI; NAJIM; FADHIL, 2020). Na Europa, *S. flava* foi coletada em várias espécies de plantas de diferentes famílias botânicas. Apesar de ter hábito polífago, observou-se sua preferência por *Thlaspi arvense* (Brassicaceae), *Caylusea abyssinica* (Resedaceae) e *Raphanus sativus* (Brassicaceae). Além dessas espécies, *S. flava* é também associada as espécies comerciais *Brassica oleracea*, *B. napus*, *B. rapa*, *Pisum sativum* (MACA, 1972) e *Capsella bursapastoris*, *Raphanus raphanistrum* e *Sonchus asper* (Asteraceae) (GODFRAY, 1984).

Em seu artigo, Martin (2004) cita que além das espécies vegetais analisadas em seu experimento, observou a emergência de *S. flava* em outras culturas na Nova Zelândia, dentre elas, *Brassica napa*, *B. campestris*, *B. juncea*, *Eruca vesicaria*, *Cardamine debile*, *C. flexuosa*, *C. hirsuta*, *Rorippa nasturtium-aquaticum*, *R. divaricata*, *Cakile edulata*, *Coronopus didymus*, *Raphanus raphanistrum*, *R. maritimus* e *Sisymbrium officinale* (MARTIN, 2004). Já no caso de *Pisum sativum* e *Phaseolus coccineus* (Fabaceae), *Gypsophila* spp. (Caryophyllaceae), *Tropaeolum majus* (Tropaeolaceae), *Solanum tuberosum* (Solanaceae) e em *Allium cepa* (Liliaceae) foram constatadas pelo seu experimento como plantas hospedeiras de *S. flava* (MARTIN, 2004). No Iraque, *S. flava* foi encontrada em três espécies cultivares de importância agrícola e econômica. São elas, *Sinapis alba*, *Raphanus sativus* e *Nasturtium officiale*, conhecidas popularmente como mostarda, rabanete e agrião, respectivamente (MAHDI; NAJIM; FADHIL, 2020).

O cultivo de Brassicaceae no Brasil vem se expandindo nos últimos anos por sua importância econômica, com grandes volumes de produção nas principais regiões produtoras do país e um retorno financeiro relativamente rápido para os produtores. As regiões que mais exploram o cultivo da família são o sul de Minas Gerais, o cinturão-verde de São Paulo e regiões do Paraná, com perspectivas para crescimento e expansão para outras regiões. O Rio Grande do Sul é responsável por 11% da cadeia produtora do país, sendo a cidade de São Francisco de Paula, responsável por 76% da produção do estado (MELO et al., 2017).

A identificação de potenciais pragas no cultivo de hortaliças é de extrema importância para a saúde das lavouras e para que o dano econômico que elas possam causar seja minimizado tanto quando possível. Além disso, espécies invasoras de insetos podem causar impactos não só econômicos como também ambientais. Neste sentido, o presente estudo registra a presença de três espécies invasoras de *Scaptomyza*, *S. adusta* (Loew 1862), *S. flava* e *S. pallida* (Zetterstedt 1847), que possuem potencial para tornarem-se espécies praga, uma vez que já são amplamente descritas na literatura como tal. Adicionalmente, ilustramos a morfologia das espécies invasoras e de uma espécie nativa da região pampeana, *S. pipinna* Goñi & Vilela 2016, para facilitar seu reconhecimento.

## **Materiais e Métodos**

### **Área de estudo**

Os exemplares foram obtidos em duas localidades do Rio Grande do Sul, Brasil, nos municípios de Estrela ( $29^{\circ}30'07''\text{S}$ ,  $51^{\circ}57'57''\text{W}$ ) e Arroio Grande ( $32^{\circ}10'09''\text{S}$ ,  $53^{\circ}01'16''\text{W}$ ) (Figura 1). Estrela possui uma área de aproximadamente 184 km<sup>2</sup> e população de 30.000 habitantes, e se localiza na margem esquerda do rio Rio Taquari, na porção basal da Encosta do Planalto Sul. É caracterizada como uma área de transição entre o Bioma Mata Atlântica e Pampa. Já a cidade de Arroio Grande possui aproximadamente 2.500 km<sup>2</sup> e população de pouco mais de 18.000 habitantes. A área de coleta se localizava ao lado da barragem do Chasqueiro. Ambos os municípios possuem economia baseada na agricultura e pecuária (IBGE, 1992).



Figura 1 – Mapa do Sul do Brasil e Uruguai. 1. Município de Estrela, RS. 2. Município de Arroio Grande, RS. Fonte: Google Maps.

A classificação climática de ambos os municípios é “CFa” pelo Sistema de Köppen, apresentando um clima temperado e úmido, com verões amenos e invernos rigorosos. A média de temperatura anual é 18,3° C, sendo a média das temperaturas máximas 23,1° C e a média das mínimas 13,6° C. Em relação ao volume de chuvas, a média da precipitação é 129,4 mm/mês. A umidade relativa do ar é de 75% (IBDF, 1983; IBGE, 1992; MALUF; WESTPHALEN, 1994).

Descrição das armadilhas

Para a captura dos exemplares estudados foram utilizados dois métodos. No município de Estrela, foram utilizadas armadilhas *pan trap* coloridas constituídas por pratos plásticos coloridos (azul, branco e amarelo) de 11 cm de diâmetro e 4 mm de altura, sendo também revestidos com spray ultravioleta para maximizar a atração dos insetos. As armadilhas foram preenchidas com água e detergente líquido neutro a fim de quebrar sua tensão superficial da água e potencializar a captura dos exemplares (ALMEIDA et al., 1998; WILLIAMS et al., 2001; KRUG; ALVES-DOS-SANTOS, 2008; TEIXEIRA, 2012) (Figura 2).



Figura 2 – Representação das armadilhas pan trap coloridas, utilizadas nas áreas de amostragem, município de Estrela, Rio Grande do Sul, Brasil.

Em cada evento amostral foram utilizadas 06 parcelas com 45 armadilhas arranjadas como 15 triângulos, totalizando 270 armadilhas. Os triângulos das parcelas ficaram separados entre si ao menos 15 m, sendo que quando organizados cada vértice possuía um prato de cada cor. A disposição das armadilhas foi adaptada de FAO (2010). Para que as armadilhas ficassem sobre a vegetação, foi utilizado um suporte ajustável. As armadilhas foram colocadas em áreas com plantas oleaginosas (*Brassica napus* - Hyola 61 - lavouras de canola) e em uma área florestada próximo a plantação. Foram realizadas coletas mensais de agosto a dezembro de 2010 e uma coleta em julho de 2011. Em cada coleta, as armadilhas ficaram expostas por 24h.

No município de Arroio Grande, RS, foi utilizado uma armadilha do tipo malaise, sendo instalada em uma área de campo próxima ao Arroio Chasqueiro (Figura 3). A armadilha foi construída com duas bandas de tecido de cor preta que interceptam os insetos e os conduzem através de duas bandas brancas até a parte superior, sobrepostos e ligados entre si por uma tampa de rosca (ANDRADE-FILHO et al., 2008). Ao serem interceptados durante o voo, os insetos tendem a se dirigir



para a região superior do obstáculo, onde se localiza o frasco coletor contendo etanol 70° GL onde os insetos são aprisionados (ANDRADE-FILHO et al., 2008).



Figura 3 – Armadilha malaise utilizada na amostragem de campo na cidade de Arroio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil.

#### Identificação dos indivíduos

Os indivíduos capturados foram fixados em etanol absoluto e identificados com base na morfologia externa, utilizando chaves taxonômicas e descrições de gêneros e espécies (BRNCIC, 1955; 1983; BURLA, 1956; WHEELER; TAKADA, 1966; MÁCA, 1972; BÄCHLI et al., 2004; MARKOW; O'GRADY, 2005 MAHDI; NAJIM; FADHIL, 2020; RAMPASSO; O'GRADY, 2022). Além disso, os indivíduos pertencentes a grupos de espécies crípticas tiveram sua terminália removida, clarificada e dissecada para posterior identificação, segundo protocolo proposto por Bächli et al. (2004). Assim, retiramos a porção distal do abdômen dos espécimes que foram imersos em solução aquosa de hidróxido de potássio 10%, sendo levado ao banho maria a aproximadamente 50°C. A terminalia foi observada a cada 10 minutos e retirada do hidróxido de potássio apenas quando os escleritos estivessem



translúcidos. Para interromper o processo de clarificação, foi realizado um banho em solução aquosa de ácido acético 10%. A terminália foi desarticulada em glicerina líquida em estereomicroscópio e montada em lâmina com bálsamo do Canadá para visualização em microscópio ótico comum e posteriormente foram realizadas as fotografias.

A identificação das fêmeas quanto à morfologia externa ocorreu através da associação com os machos da mesma amostra. Espécimes-vouchers de todas as espécies serão depositados na Coleção Entomológica do Museu de Ciência e Tecnologia (MCT) da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) e no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP).

## Resultados

Nas amostragens, foi obtido um total de 76 indivíduos identificados como *S. adusta* (Figura 4), *S. flava* (Figura 5), *S. pallida* (Figura 6) e *S. pipinna* (Figura 7). A espécie mais abundante foi *S. flava*, com 59 indivíduos coletados em Estrela (RS) em setembro de 2010, com as armadilhas *pan trap* coloridas. Todas as cores de armadilhas capturaram indivíduos dessa espécie, porém a armadilha de cor amarela foi a que apresentou maior número de espécimes. *Scaptomyza adusta* e *S. pipinna* foram coletadas na região de plantação de Canola, também no município de Estrela (RS), com 8 e 6 indivíduos capturados, respectivamente. Em contrapartida, a preferência pela cor da armadilha atrativa se comportou de modo semelhante, sendo a coloração amarela a mais eficiente. Três indivíduos de *S. pallida* foram coletados no município de Arroio Grande (RS), nos meses de setembro e outubro de 2019. Eles foram capturados em armadilhas de interceptação de vôo (armadilha Malaise) em áreas de campo.

O reconhecimento dessas espécies muitas vezes torna-se dificultoso por serem morfologicamente muito semelhantes, terem tamanho corporal diminuto e serem coletadas em baixo número de indivíduos. Como um facilitador do reconhecimento dessas espécies foram confeccionadas pranchas de imagens (Figuras 4-7), que servirão como norteador para identificação de espécies que além de uma morfologia difícil de ser reconhecida, foram registradas pela primeira vez no Brasil, neste trabalho.



Figura 4 – *Scaptomyza adusta*, ♀, exemplar fotografado em via úmida. a) Hábito vista frontal, cabeça. b) Hábito, dorsal, tórax. c) Hábito, dorsal. *a rc frorb s*: cerda frontorbital reclinada anterior, *ac*: cerdas acrosticais, *ar*: arista, *p rc frorb s*: cerda frontorbital reclinada posterior, *pc frorb s*: cerda frontorbital proclinada, *ped*: pedicelo, *poc s*: cerda pós-ocelar, *postsut dc s*: cerdas dorsocentrais pós-suturais, *pped*: pós-pedicelo, *presut dc s*: cerdas dorsocentrais pré-suturais, *trn sut*: sultura transversal.

## Discussão

Na última década, vem ocorrendo no Brasil um enorme esforço dos dipterólogos na intenção de identificar e reconhecer esses insetos nos biomas brasileiros. Apesar desses esforços, o gênero *Scaptomyza* se mantém como uma grande lacuna no reconhecimento dessas espécies. Contando com apenas três espécies já identificadas anteriormente, *S. fuscinervis* Malloch 1924, Wheeler & Takada 1966, *S. nigripalpis* Malloch 1924, *S. pleurolineata* Wheeler & Takada 1966 (BRAKE; BÄCHLI, 2008; GOTTSCHALK; HOFFMAN; VALENTE, 2008; POPPE;

VALENTE; SCHMITZ, 2012; POPPE et al., 2015) e, recentemente, o acréscimo de outras duas espécies a essa lista, *Scaptomyza adusta* e *Scaptomyza pipinna* (MENDES et al., 2021). Com a presente iniciativa, ampliamos para sete o número de espécies já descritas, conhecidas no Brasil, sendo duas delas cosmopolitas com seu primeiro registro no país: *S. flava* e *S. pallida*.

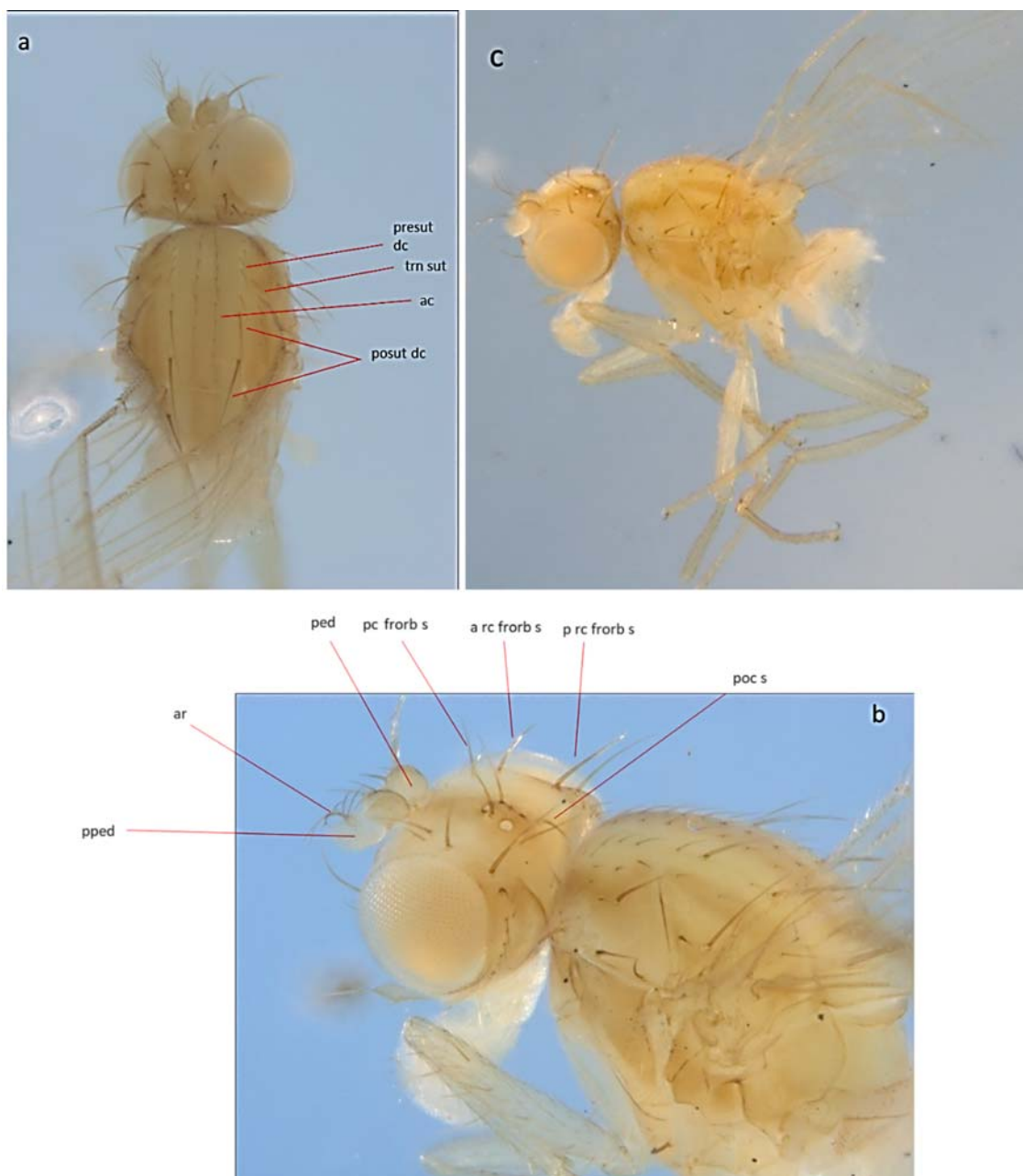


Figura 5 – *Scaptomyza flava*, ♂, exemplar fotografado em via úmida. a) Hábito, vista dorsal tórax. b) Hábito, antero-lateral. c) Vista lateral, cabeça e tórax. Abreviaturas: *a rc frorb s*: cerda frontorbital reclinada anterior, *ac*: cerdas acrosticais, *ar*: arista, *p rc frorb s*: cerda frontorbital reclinada posterior, *pc frorb s*: cerda frontorbital proclinada, *ped*: pedicelo, *poc s*: cerda pós-ocelar, *postsut dc s*: cerdas dorsocentrais pós-suturais, *pped*: pós-pedicelo, *presut dc s*: cerdas dorsocentrais pré-suturais, *trn sut*: sutura transversal.

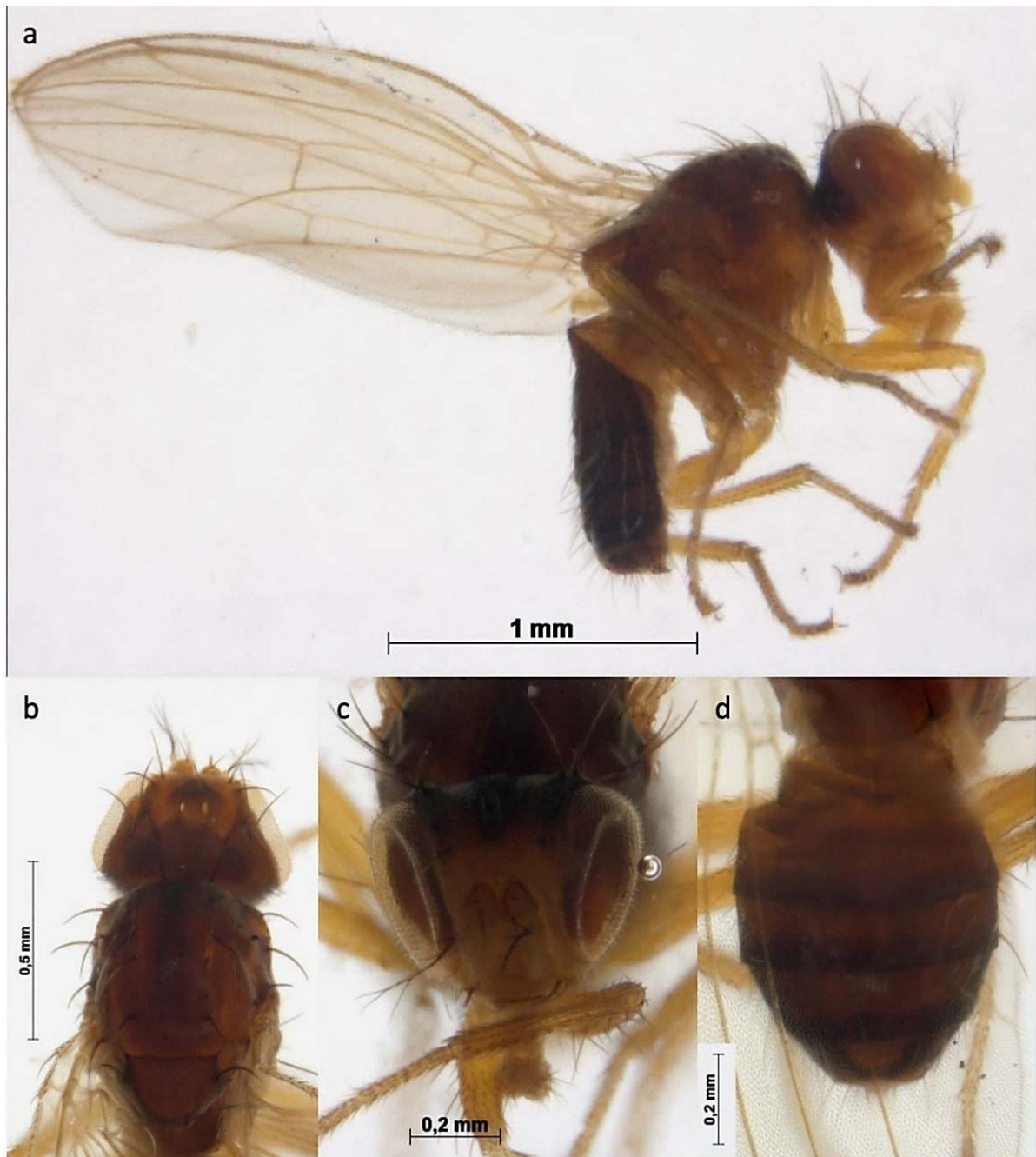


Figura 6 – *Scaptomyza pallida*, ♂, exemplar fotografado em via úmida. a) Hábito, vista lateral direita. b) Cabeça e tórax, vista dorsal. c) Cabeça, vista frontal. d) Abdome, vista dorsal.



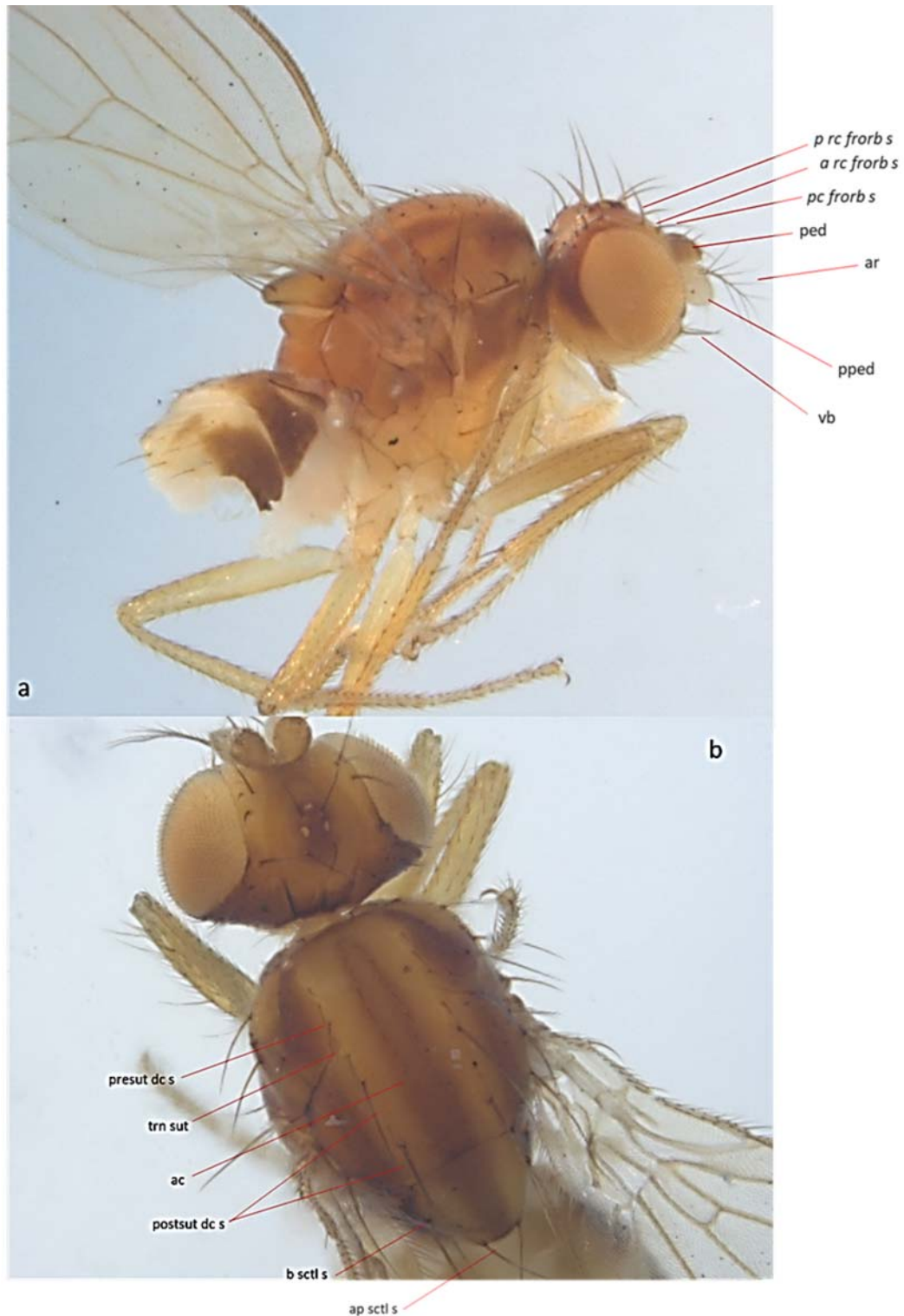


Figura 7 – *Scaptomyza pipinna*, ♂, exemplar fotografado em via úmida. A) Hábito, vista lateral, cabeça e tórax. B) Hábito, dorsal, tórax. Abreviaturas: *a rc frorb s*: cerda frontorbital reclinada anterior, *ac*: cerdas acrosticais, *ar*: arista, *p rc frorb s*: cerda frontorbital reclinada posterior, *pc frorb s*: cerda frontorbital proclinada, *ped*: pedicelo, *poc s*: cerda pós-ocelar, *postsut dc s*: cerdas dorsocentrais pós-suturais, *pped*: pós-pedicelo, *presut dc s*: cerdas dorsocentrais pré-suturais, *trn sut*: sultura transversal.

Drosophilidae é uma família com um extenso nicho alimentar, já foram encontrados utilizando uma grande gama de recursos, tanto como alimento quanto como sítio de reprodução (CARSON, 1970; MARKOW; O'GRADY, 2008), mas apesar disso as técnicas de captura desses grupos são menos variadas e mais generalistas, privilegiando alguns grupos taxonômicos, como é o caso das armadilhas de banana fermentada, amplamente utilizadas em estudos com Drosophilidae (CARSON, 1971; DE TONI et al., 2007; GOTTSCHALK et al., 2009; HOCHMÜLLER et al., 2010; MITSUI et al., 2010; GARCIA et al., 2012; POPPE et al., 2012; VALER et al., 2016).

*Scaptomyza* também possui um nicho alimentar amplo e algumas espécies apresentam grande especificidade, onde algumas delas podem ser predadoras de ovos de aranhas, ou mesmo, utilizam partes de plantas endêmicas como sítio de alimentação, como é o caso de muitas espécies havaianas (MONTAGUE; KANESHIRO, 1982; MAGNACCA et al., 2008; MARKOW; O'GRADY, 2008; LAPOINT et al., 2013; SCHMITZ; VALENTE, 2019). Porém, *Scaptomyza* é citado sobretudo como minadores de folhas (HACKMAN, 1959; BRNCIC, 1983; MARKOW; O'GRADY, 2008) tendo as espécies *S. flava* e *S. adusta* associadas a prejuízos econômicos agrícolas em cultivares de Brassicaceae de diferentes espécies (MACÁ, 1972; MARTIN, 2004; MAHDI; NAJIM; FADHIL, 2020), como a Canola.

Dessa forma, a exploração de um novo instrumento de coleta para Drosophilidae, como as armadilhas atrativas coloridas ou de interceptação de vôo (tipo Malaise), utilizadas neste trabalho, próximos a sítios de plantação dessas espécies vegetais utilizadas por *Scaptomyza* tende a reduzir o impacto causado pelo viés amostral de outras armadilhas que acabam subestimando a diversidade do gênero. Além disso, incentiva o cuidado com as infestações nas plantações de Brassicaceae pelas espécies introduzidas, que muitas vezes são confundidas com outras famílias de insetos ou ignoradas pelo seu tamanho diminuto, porém em mais de um lugar ao longo do mundo estão associadas aos prejuízos econômicos dos cultivares

## Capítulo 2

### **Novas espécies neotropicais de *Scaptomyza* Hardy, 1850 (Diptera: Drosophilidae)**

Manuscrito a ser submetido para a Revista Brasileira de Entomologia

Camila Dalmorra <sup>a, \*</sup>, Mayara F. Mendes <sup>b</sup>, e Marco S. Gottschalk <sup>a, c</sup>

<sup>a</sup> Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas, RS, Brasil

<sup>b</sup> Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil

<sup>c</sup> Departamento de Ecologia, Zoologia e Genética (DEZG), Universidade Federal de Pelotas (UFPel); Instituto de Biologia (IB), Caixa Postal 354, CEP 96010-900, Pelotas, RS, Brasil

\*E-mail: [camiladalmorra@live.com](mailto:camiladalmorra@live.com)

#### **Resumo**

*Scaptomyza* (Diptera: Drosophilidae) possui cerca de 60% de suas espécies endêmicas do arquipélago havaiano. Atualmente, 274 espécies são descritas para o gênero com distribuição ao redor do globo, das quais 42 espécies com registro para a região Neotropical, e apenas onze dessas ocorrendo no Brasil. Apesar do esforço feito nos últimos anos para elucidar as relações e descrever espécies do gênero, há muito a ser descoberto. Aqui, ampliamos a riqueza conhecida no Brasil descrevendo quatro espécies de *Scaptomyza* Hardy, 1850 e apresentando sua morfologia externa e da terminália.

**Palavras-chave:** Biodiversidade Neotropical, Drosophilinae, Taxonomia, terminália

## Introdução

O gênero *Scaptomyza* foi proposto em 1849, por Hardy, para abrigar duas espécies, *Drosophila graminum* Fallen (= *Scaptomyza graminum*) e *Scaptomyza apicalis* Hardy (= *Scaptomyza flava* Fallen) (WHEELER; TAKADA, 1966) e, apesar do esforço feito nos últimos 172 anos para elucidar as relações e descrever espécies do gênero, há muito a ser descoberto. Atualmente, 274 espécies são descritas para o gênero com distribuição ao redor do globo (BÄCHLI, 2022). Cerca de 60% dessas espécies são endêmicas do arquipélago havaiano (KATOH et al., 2017). Na região Neotropical, temos o registro de 42 espécies (BÄCHLI, 2022) e apenas onze dessas ocorrendo no Brasil (SANTOS; VILELA, 2005; GOTTSCHALK et al., 2008; POPPE et al., 2016; SCHMITZ; VALENTE, 2019; MENDES et al., 2021).

Algumas características morfológicas, em conjunto, diferenciam as espécies de *Scaptomyza* das demais espécies de Drosophilidae, em especial *Drosophila*. Na arista observamos 1 ou, no máximo, 2 ramos ventrais; a carena é reduzida; o tamanho do corpo e das asas é sempre menor e mais esguio quando comparados a *Drosophila* (BRNCIC, 1955; HACKMAN, 1959; BRNCIC, 1983); o ovipositor é fracamente esclerotizado e não denteado; a genitália masculina é comparativamente mais elaborada em *Scaptomyza* (CARSON et al., 1970; LAPOINT et al., 2013).

No Brasil, o gênero é altamente negligenciado, sendo amostrado apenas ocasionalmente nos estudos de levantamento quando utilizadas armadilhas com iscas atrativas de banana fermentada, a metodologia de coleta mais comumente utilizada em amostragens de drosofilídeos no Brasil. Isto nos leva a crer que outras ferramentas metodológicas de coleta sejam mais eficientes na captura desses insetos, como observado por Mendes et al. (2021) quando utilizaram armadilhas atrativas conhecidas como *pan traps* coloridas, e aumentaram consideravelmente o número de espécies e indivíduos amostrados.

Aqui, descrevemos quatro novas espécies de *Scaptomyza* coletadas no território brasileiro, com armadilhas, até então, não convencionais para Drosophilidae, contribuindo para o conhecimento do gênero.

## Materiais e Métodos

Os indivíduos estudados foram identificados através de análise da morfologia externa e da terminália, tanto masculina quanto feminina. Foram observados aspectos da coloração, quetotaxia e venação das asas. A nomenclatura das



estruturas e regiões corporais seguiram Rampasso e O'Grady (2022). Foram realizadas medidas de estruturas e regiões corporais e descrições da coloração conforme proposto por Grimaldi (1987), Vilela e Bächli (2000).

Quando necessário, os espécimes conservados em via úmida foram submetidos ao processo de secagem descrito por Brown (1993), que consiste em banhos de quinze minutos em etanol nas concentrações de 80%, 90% e 100% (absoluto). Posteriormente, banho em hexametildisilazano (HMDS) 100% por uma hora, seguido por banho overnight e posterior secagem dos exemplares, sendo realizada a dupla montagem em alfinete entomológico.

A preparação das lâminas das terminálias seguiu protocolo adaptado de Bächli et al. (2004), onde foi retirada a porção distal do abdome dos espécimes e imerso em solução aquosa de hidróxido de potássio (KOH) 10% a uma temperatura de aproximadamente 50° C para acelerar o processo de clarificação e descolamento das partes moles. A terminália foi observada em estereomicroscópio a cada 10 minutos, e foi mantida na solução de KOH até que os escleritos estivessem translúcidos. Para interromper o processo de clarificação, a terminália foi submersa em solução aquosa de ácido acético 10% por aproximadamente 5 minutos. A terminália foi desarticulada em glicerina líquida e uma lâmina temporária foi montada em gelatina glicerinada (2% de gelatina incolor sem sabor dissolvida em 1 glicerina líquida :1 água destilada).

Antes da remoção da genitália para análise, todos espécimes foram fotografados com o auxílio da Lupa Zeiss Discovery V.20, em vistas lateral, dorsal, frontal e da asa e as imagens tratadas com o aplicativo Helicon Focus 7. Igualmente foram realizadas as fotografias das terminálias, utilizando o microscópio Olympus BX51 e a câmera de celular acoplado em uma de suas oculares. O modelo do aparelho de celular utilizado é Samsung Galaxy S10e modelo SM-G970F configurado no modo profissional, com foco automático desligado, outras configurações mantidas em ajuste automático e programado para salvar fotos no formato RAW (.png). Foram realizadas diversas fotografias em diferentes planos focais ajustados manualmente. As fotografias foram montadas com o auxílio do aplicativo Helicon Focus 7.

## Resultados

### *Scaptomyza* sp.1

(Figuras 8-13)

**Série tipo.** HOLÓTIPO: ♂, etiquetado: "Brasil, RS, Pedro Osório, próximo ao Arroio Parapó (32°00'09,0"S; 52°49'43,7"W), 26.vii.2019, Malaise, col. Mendes MF, Indivíduo A". PARÁTIPOS: 1♂, etiquetado: "Brasil, RS, Pedro Osório, próximo ao Arroio Parapó (32°00'09,0"S; 52°49'43,7"W), 16.x.2019, Malaise, col. Mendes MF, Indivíduo B"; 1♂, etiquetado: "Brasil, RS, Capão do Leão, próximo ao Arroio Piratini (31°58'28,3"S 52°47'15,6"W), 26.vii.2019, Malaise, col. Mendes MF, Indivíduo D1"; 1♀ etiquetada: "Brasil, RS, Pedro Osório, próximo ao Arroio Parapó (32°00'09,0"S 52°49'43,7"W), 12.ix.2019, Malaise, col. Mendes MF, Indivíduo B"; 1♀ etiquetada: "Brasil, RS, Pedro Osório, próximo ao Arroio Parapó (32°00'09,0"S; 52°49'43,7"W), 11.xi.2019, Malaise, col. Mendes MF"; 1♀ etiquetada: "Brasil, RS, Turuçu, próximo ao Arroio Pelotas (31°37'38,3"S, 52°19'47,8"W), 29.iv.2019, Malaise, col. Mendes MF". Os exemplares estão conservados em via úmida (etanol 70°GL). Foi extraída a terminália de todos os exemplares, que foram clarificadas e coradas, e se encontram em microtubos com glicerina anexados aos exemplares.

**Localidade tipo.** Brasil, Estado do Rio Grande do Sul, Município de Pedro Osório, área de campo próxima ao Arroio Parapó (32°00'09,0"S; 52°49'43,7"W).

**Diagnose.** Mosca marrom claro, com aspecto delgado; tórax com faixas mais claras nas linhas das cerdas dorsocentrais; 3 pares de cerdas dorsocentrais; 2 fileiras de acrosticais; asas hialinas alongadas, com índice costal acima de 2,5; pleura marrom claro, com katepisterno amarelado; pernas amarelas; lobo ventral do cerco fortemente esclerotizado, curviforme, portando 2 fortes cerdas apicais mediais e 3 cerdas laterais (Figura 9A); surstilo com 5 longas cerdas (Figura 9B); gonocoxitos subretangulares e com uma projeção anterior, pré-gonitos com formato cônico e pós-gonitos subretangulares (Figura 9C, D); falo distalmente achatado dorsoventralmente (Figura 9C), arredondado em vista ventral (Figura 9D).

### **Descrição do holótipo (♂)**

**Cabeça** (Figura 8A-C). Fronte uniformemente marrom claro, com exceção do triângulo ocelar marrom escuro; triângulo frontal marrom ocupando aproximadamente  $\frac{1}{4}$  da fronte e atingindo a sutura ptilineal; cerda frontorbital proclinada posicionada aproximadamente na mesma altura e internamente à cerda frontorbital reclinada anterior; distância entre as cerdas frontorbitais reclinadas anterior e posterior aproximadamente  $\frac{1}{2}$  da distância entre a cerda frontorbital reclinada posterior e cerda vertical interna; cerda frontorbital proclinada e cerda frontorbital reclinada posterior aproximadamente com o mesmo comprimento, cerdas frontorbitais reclinadas anterior aproximadamente  $\frac{1}{2}$  do comprimento da posterior; cerdas pós-ocelares crucitadas; largura anterior da fronte levemente menor que o comprimento da mesma; largura posterior aproximadamente 1,5x a largura anterior; face marrom claro; carena facial pequena; pedicelo mais escuro que o restante da face e com a presença de cerdas escuras e bem marcadas; pós-pedicelo mais claro que o restante da cabeça e mais comprido do que largo; arista plumosa com 4 ramos dorsais, 2 ramos internos e 2 ramos ventrais além da forqueta terminal; olhos pilosos; gena e pós-gena da mesma coloração da face; palpos marrom claro, clavados, pouco proeminentes e com a presença de cerdas bem marcadas.

**Tórax** (Figura 8A-B, D). Marrom claro, com faixa mais clara na linha de cerdas dorsocentrais; 1 par de cerdas dorsocentrais proeminentes anterior à sutura transversal e 2 pares posteriores; 2 fileiras de cerdas acrosticais, presentes até o primeiro par de cerdas dorsocentrais após a sutura transversal; cerdas pré-escutelares ausentes; cerdas escutelares basais e apicais convergentes; pleura marrom claro, com exceção do katepisterno amarelado; 3 cerdas katepisternais, sendo a posterior 2x mais longa que as anteriores; pernas amarelas.

**Asas** (Figura 8A-B). Hialinas; lappet ausente; bM-Cu presente; halteres brancos. Índice costal: aproximadamente 3,2.

**Abdome** (Figura 8A-B, E-F). Tergitos marrom claro, com uma faixa amarelada mediana; tergito 6 marrom escuro; porção final do abdome bem escurecida e dividida na porção mediana; esternitos e membrana intersegmentares amarelas.

Comprimento do corpo: aproximadamente 2,0 mm.

**Terminália** (Figura 9). Epândrio arredondado; microtricoso; lobo ventral do epândrio afilado, não microtricoso, tão longo quanto o surstilo, portando 5 longas cerdas na região apical (Figura 9A). Cercos microtricosos, margens livres, portando

aproximadamente 12 cerdas alongadas; lobo ventral do cerco fortemente esclerotizado, curviforme, portando 2 fortes cerdas apicais mediais e 3 cerdas laterais (Figura 9A). Com os exemplares preservados em álcool, é possível notar as fortes e escuras cerdas do lobo ventral do cerco em vista ventral ou lateral do abdômen (Figura 8F). Surstilos delicados, pouco esclerotizados, conectados ao epândrio por uma ponte, portando 5 cerdas surstilares (Figura 9A-B). Esclerito subepandrial retangular, conectando os surstilos (Figura 9A). Hipândrio triangular, com  $\frac{1}{2}$  do comprimento do epândrio (Figura 9C). O hipândrio se conecta com um par de gonocoxitos, subretangulares e com uma projeção anterior (Figura 9C). Os gonocoxitos se conectam a pré-gonitos com formato cônico (Figura 9C-D), portando um par de diminutas cerdas inseridas em sua porção basal. Os pré-gonitos conectam-se a pós-gonitos subretangulares, portando uma cerda tão pequena quanto aquelas do pré-gonito. Os pós-gonitos conectam-se ao falapodema próximo a sua conexão ao falo. Falapodema delgado, tão longo quanto o falo. Falo com porção basal tubular, porção distal achatada dorsoventralmente, arredondado em vista ventral.

### **Descrição dos parátipos**

♂♂ (Figuras 10-11). Apresentavam as mesmas características do holótipo, com exceção de um exemplar coletado em no município de Pedro Osório, RS, BRA, apresenta coloração de tórax marrom e tergitos abdominais marrom escuros. Índice costal: 2,5 e 3,0. Comprimento corporal: aproximadamente 1,7-2,0 mm

♀♀ (Figura 12). Apresentam características semelhantes ao holótipo, com exceção da coloração do corpo mais escura, principalmente cabeça e tórax. Coloração da fronte, com as faixas frontais marrom claro; pós-gena marrom escuro, contrastando com a gena mais clara. Arista com apenas 1 ramo ventral. Coloração abdominal marrom claro uniforme, não apresentando manchas escuras. Índice costal: 2,5. Comprimento corporal: 2,2 mm.

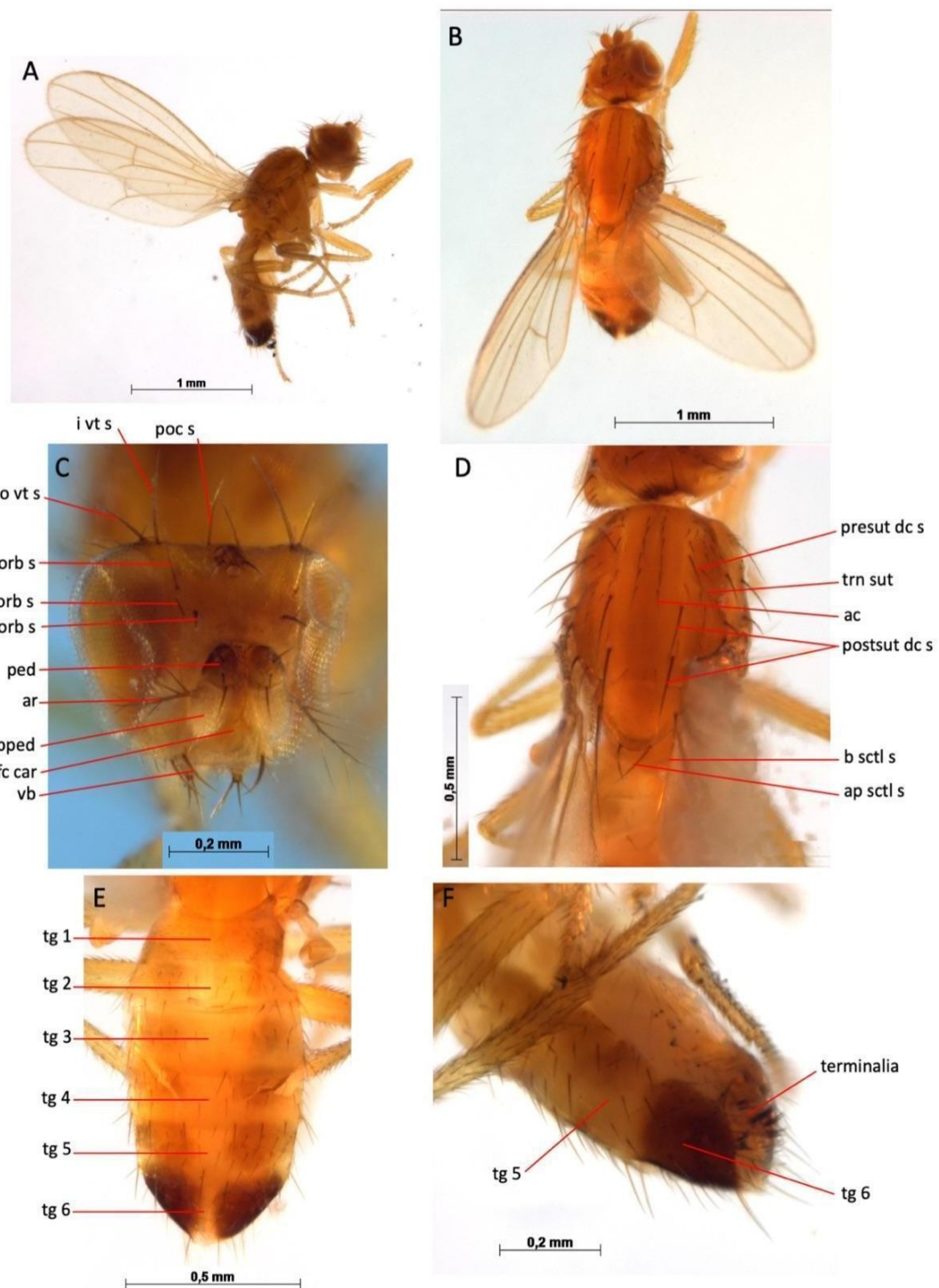


Figura 8 – *Scaptomyza* sp.1, holótipo ♂, Brasil, RS, Pedro Osório, 26.vii.2019. Exemplar fotografado em via úmida. A) Hábito, vista lateral direita. B) Hábito, vista dorsal. C) Cabeça, vista frontal. D) Tórax, vista dorsal. E) Abdômen, vista dorsal. F) Abdômen, vista lateroventral direita. Abreviaturas: *a rc frorb s*: cerda frontorbital reclinada anterior, *ac*: cerdas acrosticais, *ap sctl s*: cerda escutelar apical, *ar*: arista, *b sctl s*: cerda escutelar basal, *fc car*: carena facial, *i vt s*: cerda vertical interna, *o vt s*: cerda vertical externa, *p rc frorb s*: cerda frontorbital reclinada posterior, *pc frorb s*: cerda frontorbital proclinada, *ped*: pedicelo, *poc s*: cerda pós-ocelar, *postsut dc s*: cerdas dorsocentrais pós-suturais, *pped*: pós-pedicelo, *presut dc s*: cerdas dorsocentrais pré-suturais, *tg 1-6*: tergitos 1-6, *trn sut*: sultura transversal, *vb*: vibrissa.

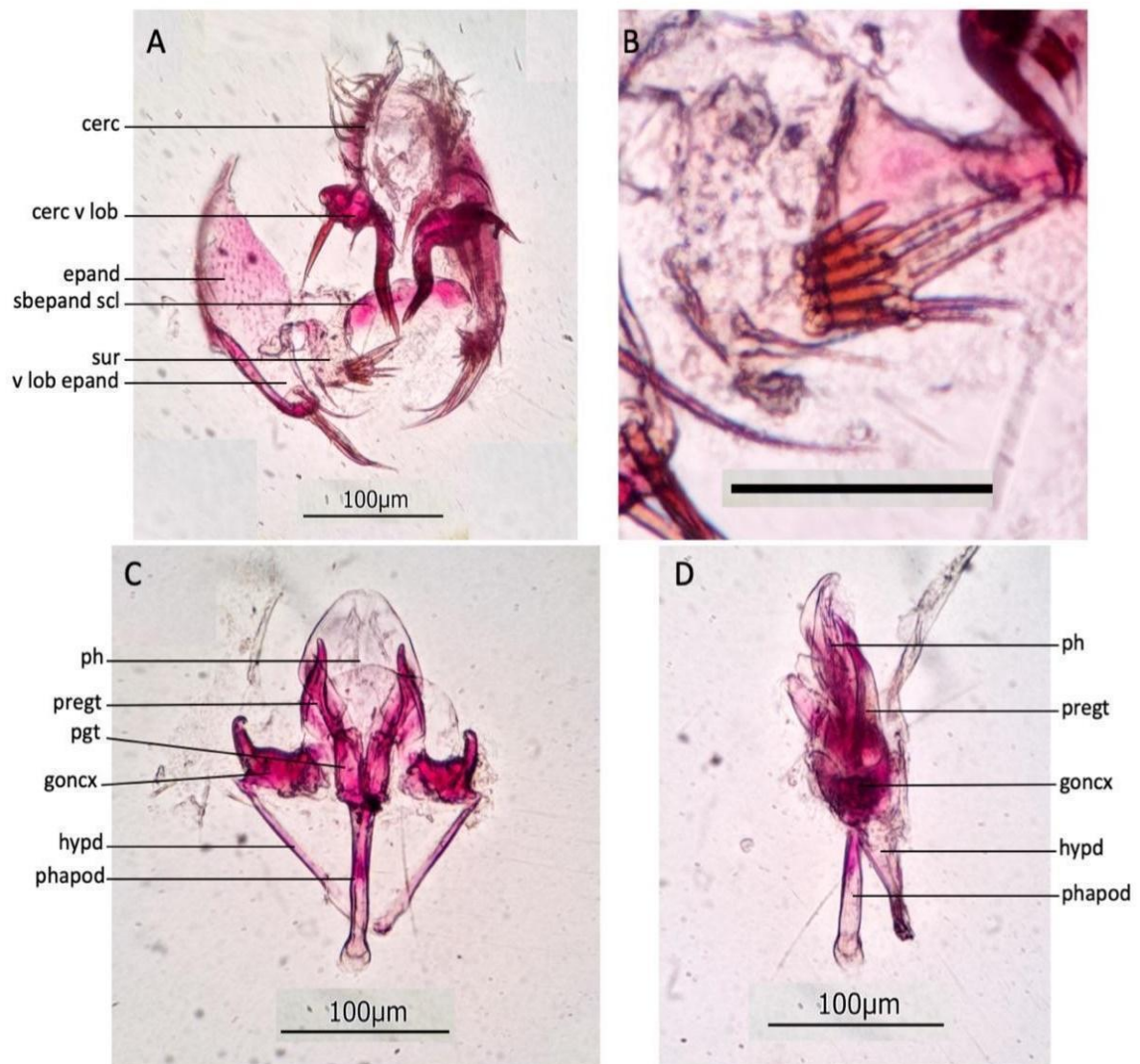


Figura 9 – *Scaptomyza* sp.1, holótipo ♂, Brasil, RS, Pedro Osório, 26.vii.2019. Terminália observada em microscópio ótico comum. A) Epândrio, cercos e surstilos, vista posterior. B) Detalhe do surstilo esquerdo (barra 100µm). C) Hipândrio e falo, vista ventral. D) Hipândrio e falo, vista lateral esquerda. Abreviaturas: cerc: cerco, cerc v lob: lobo ventral do cerco, epand: epândrio, goncx: gonocoxito, hypd: hipândrio, pgd: pós-gonito, ph: falo, phapod: falapodema, pregt: pré-gonito, sbepand scl: esclerito subepandrial, sur: surstilo, v lob epand: lobo ventral do epândrio.



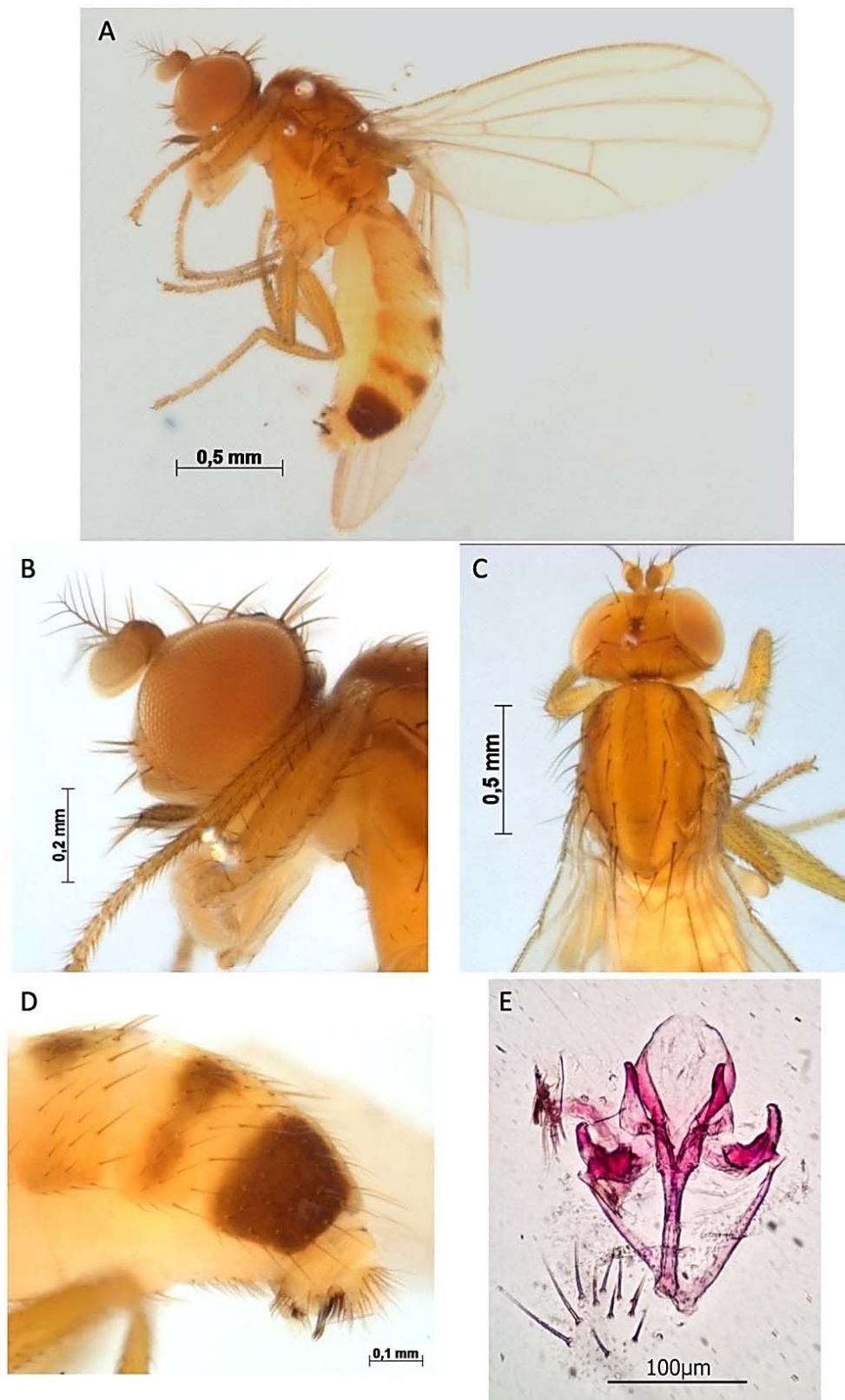


Figura 10 – *Scaptomyza* sp.1, parátipo ♂, Brasil, RS, Capão do Leão, 26.vii.2019. A-D) Exemplar fotografado em via úmida. E) Terminalia observada em microscópio óptico comum. A) Hábito, vista lateral esquerda. B) Cabeça, vista lateral. C) Tórax, vista dorsal. D) Abdômen (tergitos 4-6) e terminália, vista lateral direita. E) Hipândrio e falo, vista ventral.

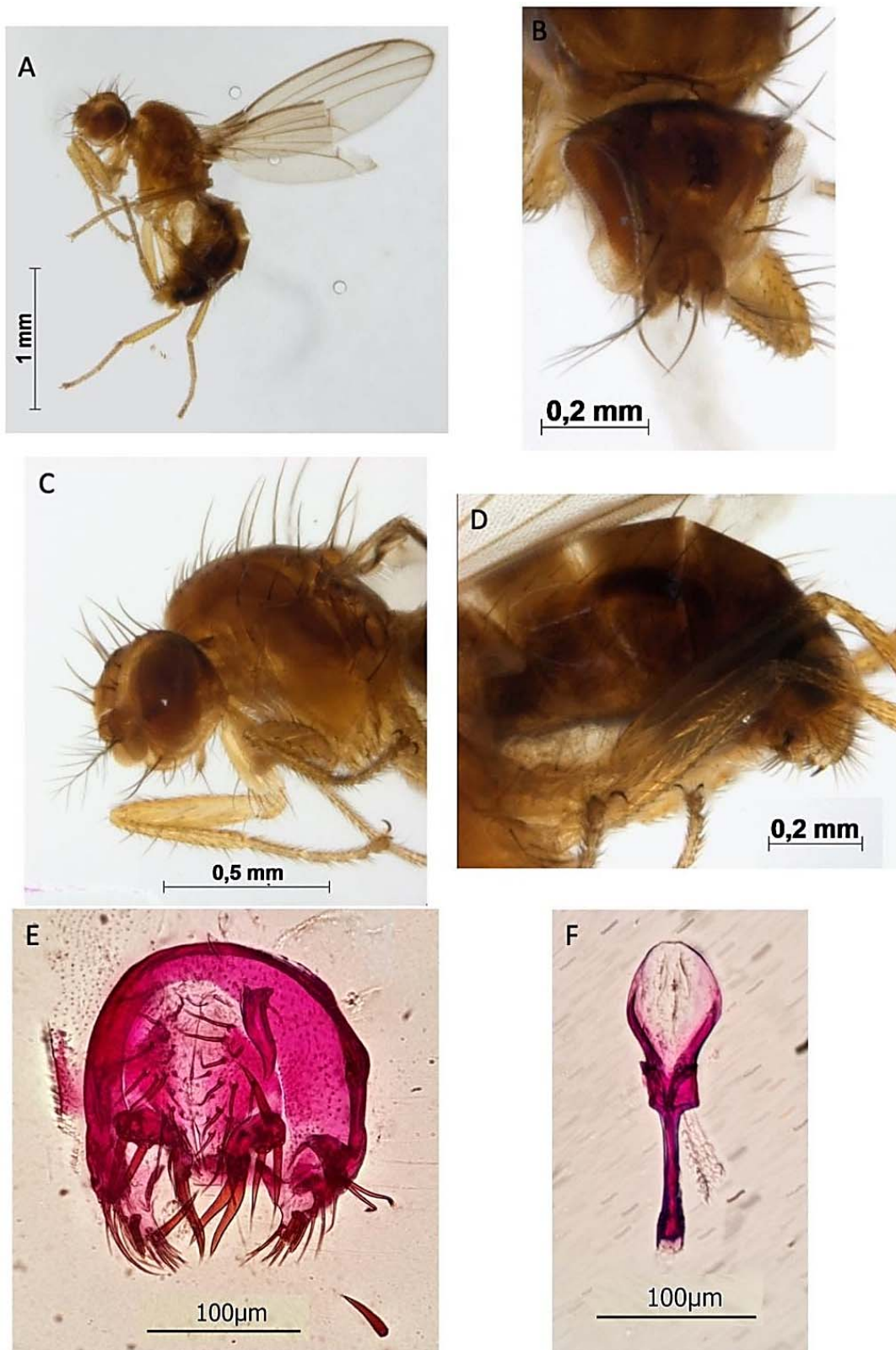


Figura 11 – *Scaptomyza* sp.1, parátipo ♂, Brasil, RS, Pedro Osório, 16.x.2019. A-D) Exemplar fotografado em via úmida. E-F) Terminália fotografada em microscópio ótico comum. A) Hábito, vista lateral esquerda. B) Cabeça, vista frontal. C) Cabeça e tórax, vista lateral esquerda. C) Cabeça, vista frontal. D) Abdômen (tergitos 3-6) e terminália, vista lateral esquerda. E) Epândrio, cercos e surstilos, vista posterior. F) Falo, vista ventral.



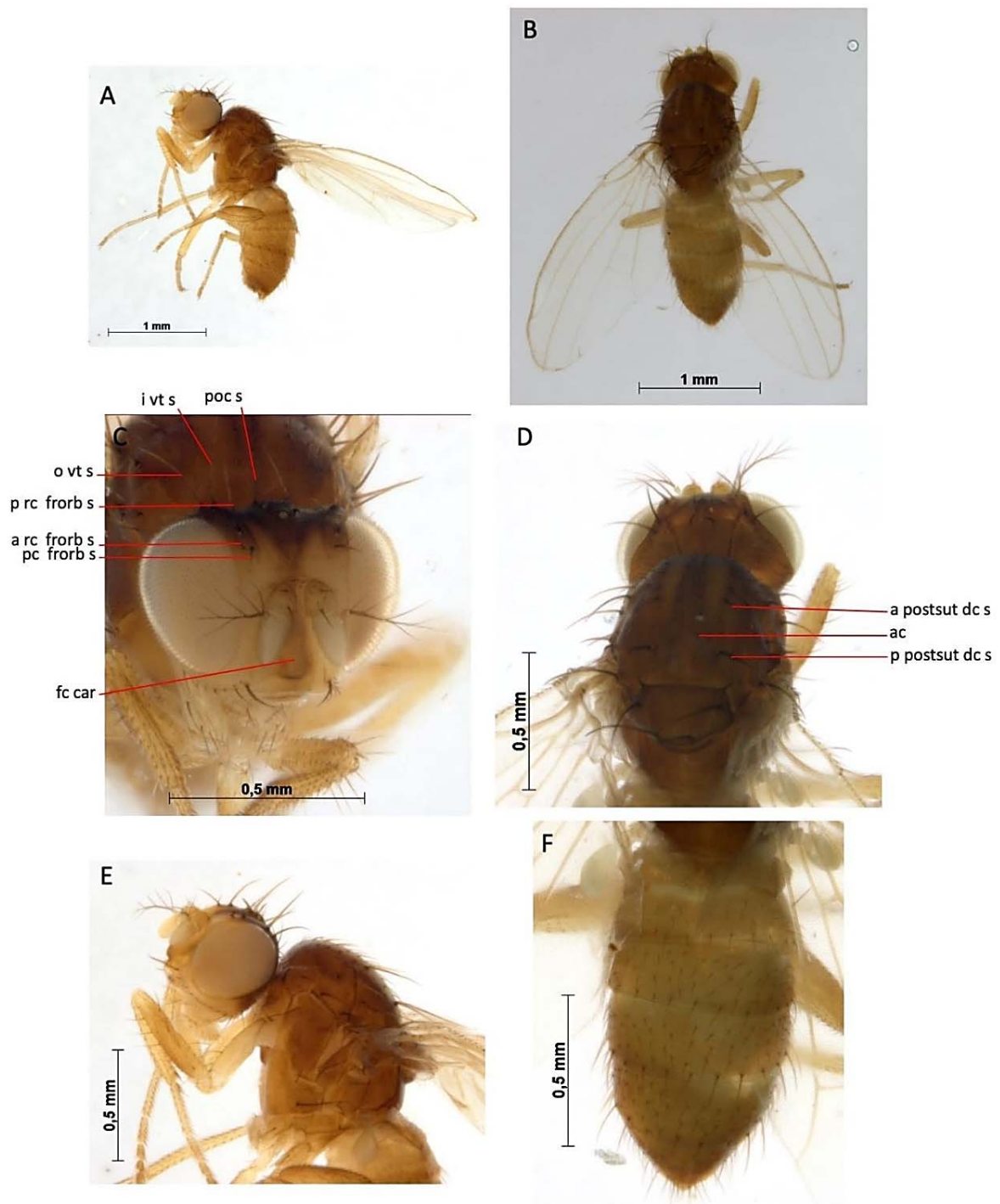


Figura 12 – *Scaptomyza* sp.1, parátipo ♀, Brasil, RS, Pedro Osório, 12.ix.2019. Exemplar fotografado em via úmida. A) Hábito, vista lateral esquerda. B) Hábito, vista dorsal. C) Cabeça, vista frontal. D) Tórax, vista dorsal. E) Cabeça e tórax, vista lateral esquerda. F) Abdômen, vista dorsal. Abreviaturas: a postsut dc s: cerda dorsocentral pós-sutural anterior, a rc frorb s: cerda frontorbital reclinada anterior, ac: cerdas acrosticais, fc car: carena facial, i vt s: cerda vertical interna, o vt s: cerda vertical externa, p postsut dc s: cerda dorsocentral pós-sutural posterior, p rc frorb s: cerda frontorbital reclinada posterior, pc frorb s: cerda frontorbital proclinada, poc s: cerda pós-ocelar.

**Terminália** (Figura 13 A-C). Esternito VII em formato de U, microtricoso, com aproximadamente 6 cerdas, duas mais longas em suas extremidades posteriores; tergito VIII microtricoso na região dorsal; epiprocto e hipoprocto microtricoso, com 15 e 10 cerdas alongadas, respectivamente; oviscapto arredondado apicalmente em vista lateral, afilado distalmente em vista ventral; 10 ovissensilas marginais. Cápsula da espermateca esclerotizada, arredondada, sem ornamentação evidente, com algumas marcas suaves ao redor da base; introverte 3/4 do comprimento total da cápsula (Figura 13C).

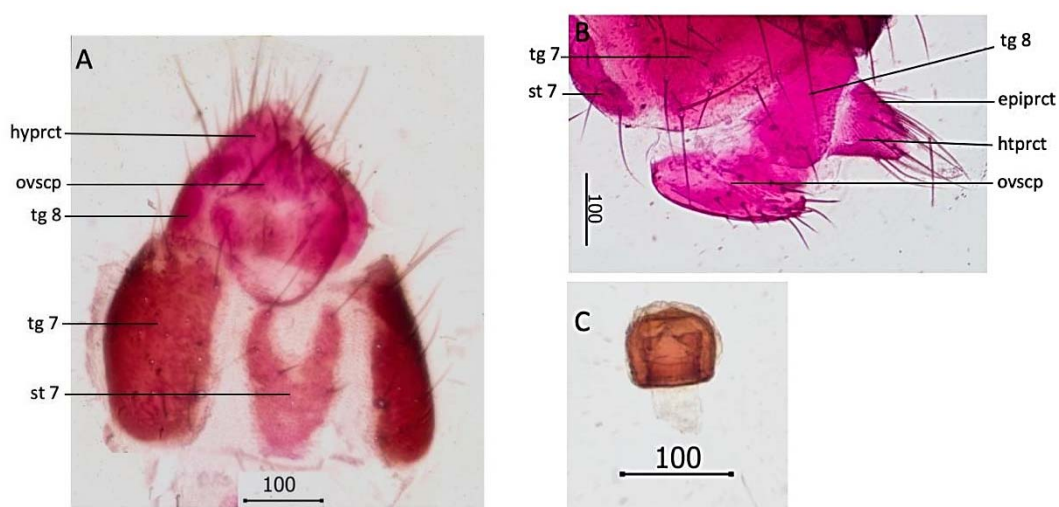


Figura 13 – *Scaptomyza* sp.1, parátipo ♀, Brasil, RS, Pedro Osório, 11.xi.2019. Terminália. A) Vista ventral. B) Vista lateral esquerda. C) Espermateca. Abreviaturas: *epiprct*: epiprocto, *hyprct*: hipoprocto, *ovscp*: oviscapto, *tg*: tergito, *st*: esternito.

### ***Scaptomyza* sp.2**

(Figuras 14-17)

*Drosophila* sp.4 Blauth; Gottschalk (2007) [registro de ocorrência]

**Série tipo.** HOLÓTIPO: ♂, etiquetado: “Brasil, MT. Tangará da Serra. Fragmento florestal próximo a UNEMAT (14°04’38”S; 57°03’45”W), Gottschalk, M.S. col. 07/V/2007; Holótipo ♂”. PARÁTIPO: 01 ♀, etiquetada: “Brasil, MT, Tangará da Serra. Fragmento florestal próximo a UNEMAT. 14°04’38”S; 57°03’45”W), Gottschalk, M.S. col”. Os exemplares estão conservados em via seca, dupla montagem com alfinete minuto e entomológico. Para a montagem foi utilizado protocolo de Brown (2005)

(ver metodologia). Foi extraída a terminália de todos os exemplares, que foram clarificadas e coradas, e se encontram em microtubos com glicerina anexados aos exemplares.

**Localidade tipo.** Brasil, Estado do Mato Grosso, Tangará da Serra, Fragmento florestal próximo ao Campus da Universidade do Estado do Mato Grosso (14°04'38"S; 57°03'45"W).

**Diagnose.** Corpo marrom, manchas emergindo de quase todas as cerdas do notum; faixas frontais mais claras que o restante da fronte; 4 pares de cerdas dorsocentrals; 4 fileiras irregulares de cerdas acrosticais nos machos e 5 fileiras nas fêmeas; asas hialinas arredondadas, com índice costal de aproximadamente 1,2 – 1,5; surstilos conectados por uma membrana ao epândrio, portando 13 cerdas surstilares (Figura 8A); hipândrio retangular 2x mais longo do que largo (Figura 8B); gonocoxitos subretangulares fusionados ao hipândrio; pré-gonitos com formato cônico (Figura 8B, C); falo tubular distalmente afilado, portando duas projeções afiladas como espinhos na margem ventral do anterior do falotrema (Figura 8B, C); oviscapto esclerotizado, afilado apicalmente, com duas ovissensilas internas alongadas, conspícuas mesmo em indivíduos não dissecados (Figura 10B).

### **Descrição do holótipo (♂)**

Cabeça (Figura 14A-C). Fronte marrom; faixas frontais em tom mais claro que a fronte, levemente douradas nas margens e foscas no centro; placas frontorbitais marrom claro, mais escuras na metade posterior; triângulo frontal marrom escuro ocupando aproximadamente metade do comprimento da fronte; cerda frontorbital proclinada um pouco a frente da cerda frontorbital reclinada anterior, e posicionada internamente a mesma; distância entre cerda frontorbital reclinada anterior e subigual à distância entre a última e a cerda vertical interna; cerda frontorbital proclinada e cerda frontorbital reclinada posterior aproximadamente com o mesmo comprimento, cerdas frontorbitais reclinadas anterior aproximadamente  $\frac{1}{2}$  do comprimento da posterior; cerdas pós-ocelares crucitadas; largura anterior da fronte de tamanho aproximado ao comprimento e levemente maior que a largura posterior. Face marrom claro; carena pequena; antenas marrom claro, mais claras que a face, pedicelo com cerdas longas e evidentes pela sua coloração marrom escura,

pós-pedicelo aproximadamente 1,5x mais comprido do que largo, arista plumosa com 4 ramos dorsais, 2 ventrais, 5 ramos internos e a forqueta terminal; olhos vermelhos e pilosos; gena marrom claro, da mesma cor da fronte; probóscide com a mesma cor da face; palpos alongados com cerdas mais curtas que a largura do palpo e mesma coloração da face.

Tórax (Figura 14A-B). Noto marrom, 5 pares de cerdas dorsocentrais, sendo os dois primeiros pares se posicionam anteriormente à sutura transversa e possuem metade do comprimento dos três pares posteriores; escuto com manchas escuras fusionadas formando linhas entre as cerdas dorsocentrais; 4 fileiras de cerdas acrosticais, com as cerdas medianas mais robustas que as marginais; cerdas pré-escutelares ausentes; cerdas escutelares anteriores convergentes; pleura marrom claro, com 3 cerdas katepisternais, sendo a posterior o dobro do comprimento das anteriores; pernas com coloração ocre e com as margens inferiores da tíbia e do tarso mais escuras, cerda pré-apical longa.

Asas (Figura 14A). Hialinas; lappet ausente; bM-Cu presente; halteres brancos. Índice costal: aproximadamente 1,2.

Abdômen (Figura 14D). Marrom claro, sem a presença de faixas, com coloração quase uniforme.

Comprimento corporal: 2,1 mm.

Terminalia (Figura 15). Epândrio arredondado, microtrioso, portando 16 cerdas alongadas distribuídas ao longo de sua margem posterior; lobo ventral do epândrio desenvolvido, não microtrioso, projetando-se ventralmente além do surstilo, portando 12 longas cerdas (Figura 15A). Cercos microtricosos, com margens livres, portando aproximadamente 20 cerdas alongadas e uma franja de 10-12 cerdas mais curtas em sua margem ventral. Surstilos livres, com conexão membranosa ao epândrio, esclerotizados, portando 13 cerdas surstilares (Figura 15A). Esclerito subepandrial retangular, conectado aos surstilos. Hipândrio com formato retangular, aproximadamente 2x mais longo do que largo, com aproximadamente o mesmo comprimento do epândrio (Figura 15B). Gonocoxitos fusionados ao hipândrio, subretangulares. Os gonocoxitos se conectam a pré-gonitos afilados (Figura 15B, C). Os pós-gonitos não foram reconhecidos e, aparentemente, os pré-gonitos conectam-se diretamente ao falapodema, próximo a sua conexão ao falo. Falapodema 1,5x mais longo que o falo. Falo tubular, porção basal mais larga que a

distal, duas projeções afiladas como espinhos na margem ventral do anterior do falotrema.

**Descrição do parátipo** ♀ (Figura 16, 17A-B). A fêmea estudada apresenta as mesmas características do macho, com exceção de apresentarem 6 fileiras irregulares de cerdas acrosticais. Índice costal: aproximadamente 1,5. Comprimento corporal: 2,2 mm.

Terminalia (Figura 17C-E). Tergito VIII microtricoso; epiprocto e hipoprocto microtricosos, número de cerdas destas estruturas não foi possível de contar; oviscapto alongado e delgado tanto em vista lateral quanto ventral; 10 ovissensilas marginais externas, sendo as duas distais 'peg-like'; duas ovissensilas internas alongadas, conspícuas mesmo em indivíduos não dissecados (Figura 10B). Cápsula da espermateca esclerotizada, arredondada, sem ornamentação evidente; introverte  $\frac{1}{2}$  do comprimento total da cápsula (Figura 17E).

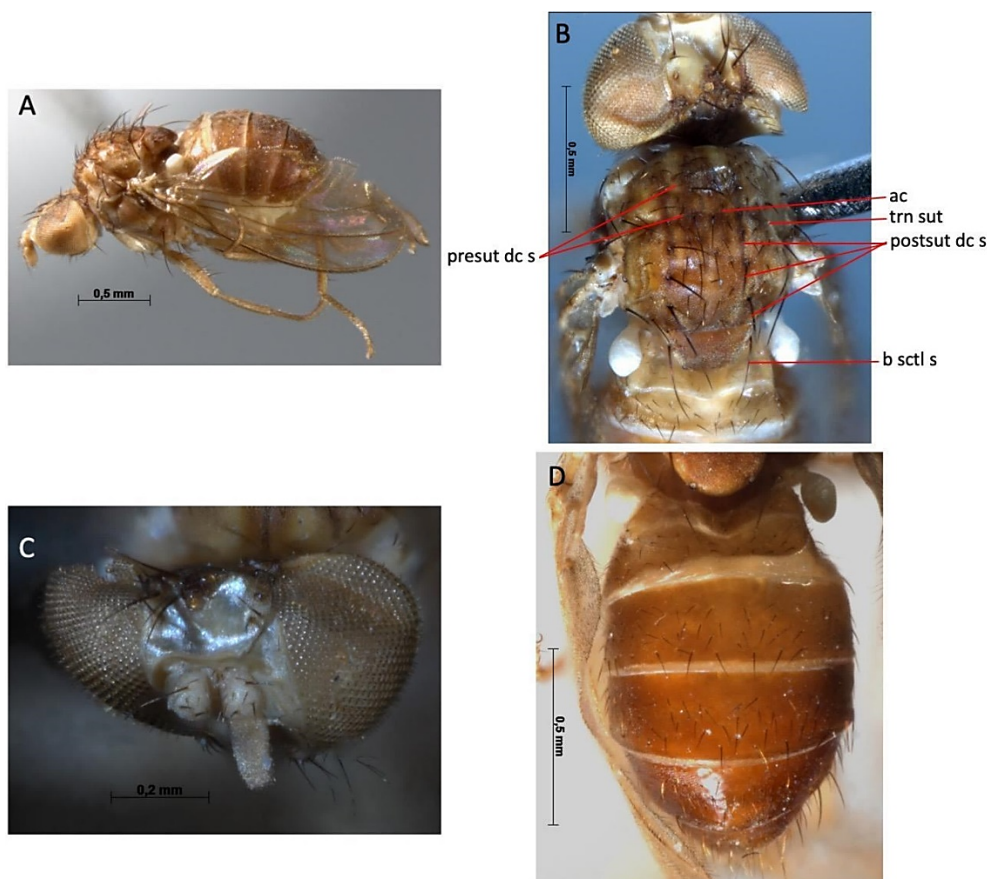


Figura 14 – *Scaptomyza* sp.2, holótipo ♂, Brasil, MT, Tangará da Serra, 07.v.2007. Exemplar fotografado em via seca. A) Hábito, vista lateral esquerda. B) Cabeça e tórax, vista frontal. C) Cabeça, vista frontal. D) Abdômen, vista dorsal. Abreviaturas: ac:



*cerdas acrosticais*, *b sctl s*: *cerda escutelar basal*, *postsut dc s*: *cerdas dorsocentrais pós-suturais*, *presut dc s*: *cerdas dorsocentrais pré-suturais*, *trn sut*: *sutura transversal*.

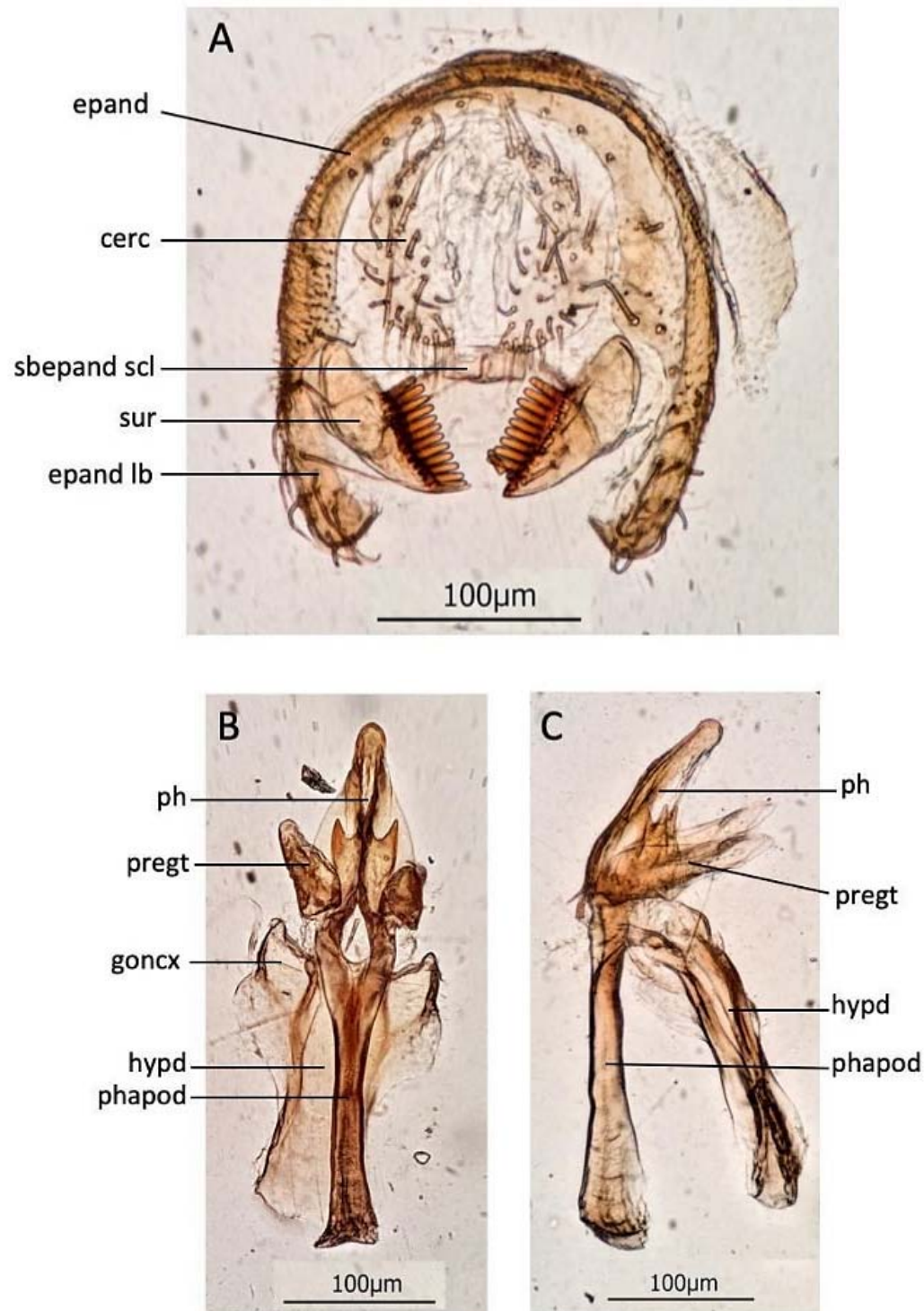


Figura 15 – *Scaptomyza* sp.2, holótipo ♂, Brasil, MT, Tangará da Serra (14°04'38"S 57°03'45"W), 07.v.2007. Terminália observada em microscópio ótico comum. A) Epândrio, cercos e surstilos, vista posterior. B) Hipândrio e falo, vista ventral. C) Hipândrio e falo, vista lateral direita. Abreviaturas: cerc: cerco, epand: epândrio, goncx: gonocoxito, hypd: hipândrio, ph: falo, phapod: falapodema, pregt: pré-gonito, sbepand scl: esclerito subepandrial, sur: surstilo, v lob epand: lobo ventral do epândrio.

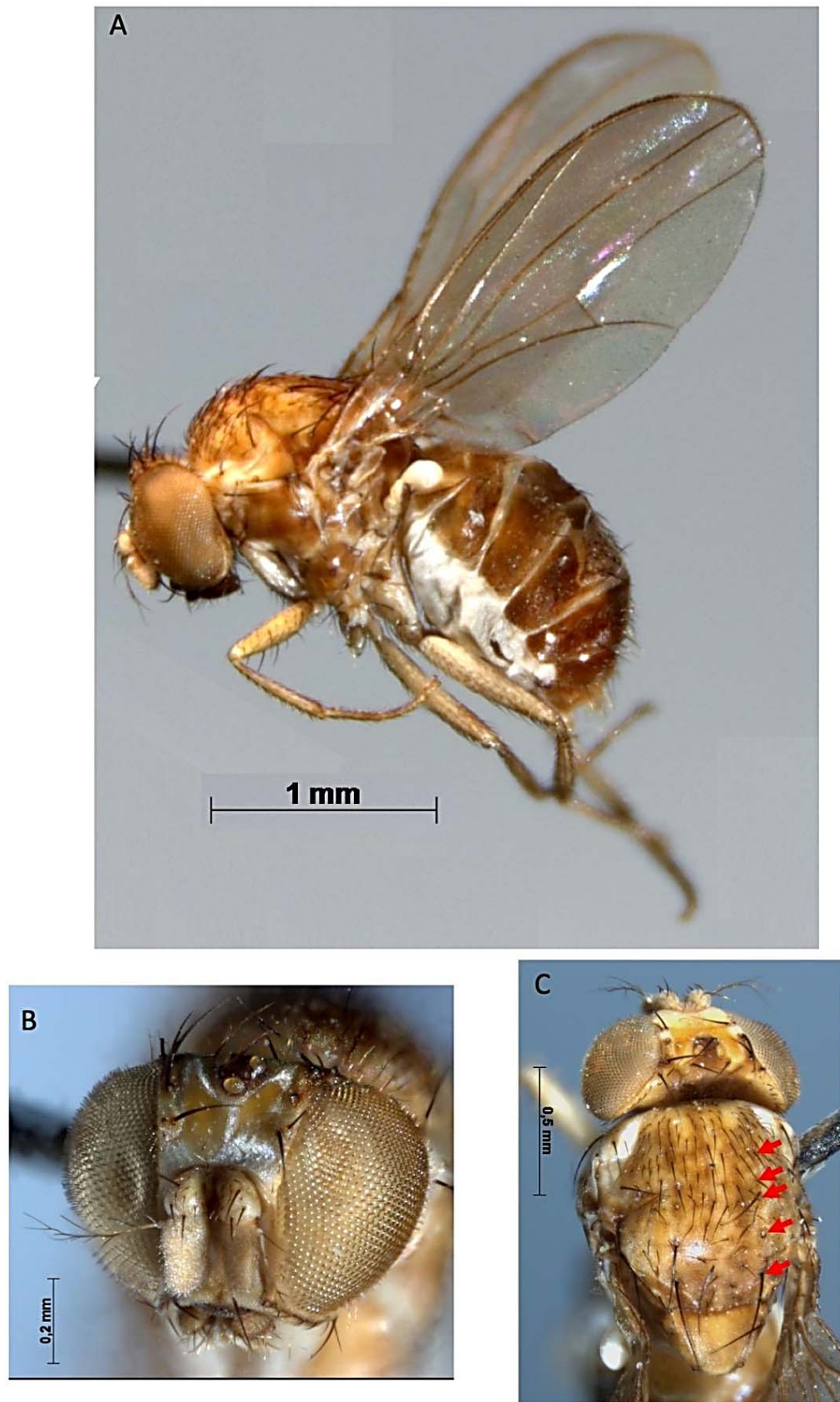


Figura 16 – *Scaptomyza* sp.2, parátipo ♀, Brasil, MT, Tangará da Serra (14°04'38"S 57°03'45"W), 07.v.2007. Exemplar fotografado em via seca. A) Hábito, vista lateral

esquerda. B) Cabeça, vista frontal. C) Cabeça e tórax, vista dorsal. Setas vermelhas apontam para a inserção das cerdas dorsocentrais.

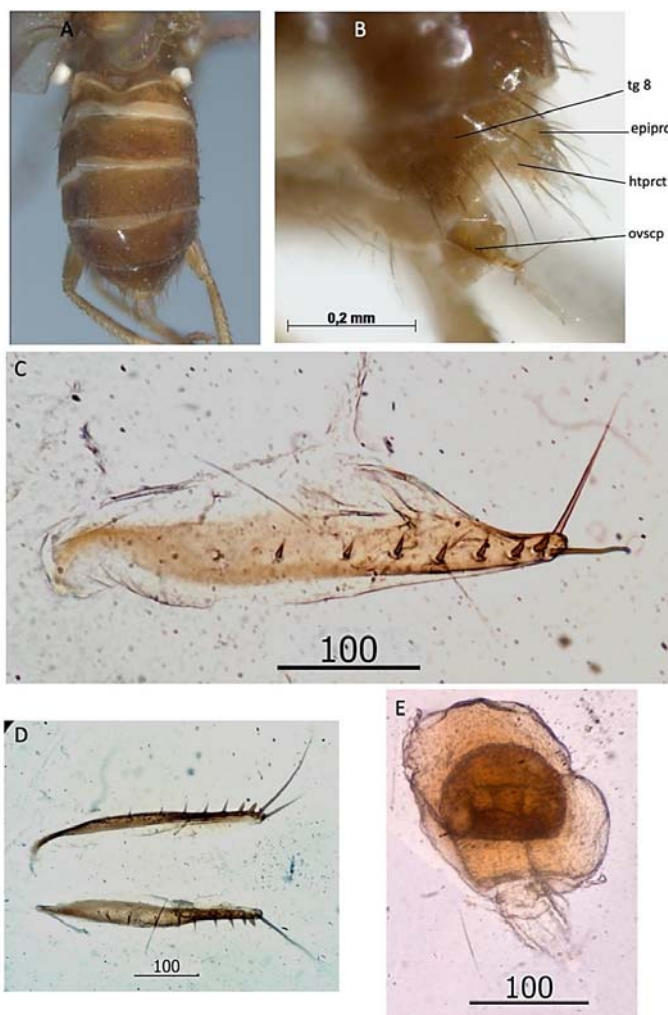


Figura 17 – *Scaptomyza* sp.2, parátipo ♀, Brasil, MT, Tangará da Serra (14°04'38"S 57°03'45"W), 07.v.2007. A-B) Exemplar fotografado em via seca. C-E) Terminália fotografada em microscópio ótico comum. A) Abdômen, vista dorsal. B) Terminália, vista lateral esquerda. C) Oviscapto, vista lateral esquerda. D) Oviscapto, vista ventral. E) Espermateca. Abreviaturas: *epiprct*: epiprocto, *hyproct*: hipoprocto, *ovscp*: oviscapto, *tg*: tergito.



### ***Scaptomyza* sp.3**

(Figuras 18-19)

**Série tipo.** HOLÓTIPO: ♂, etiquetado: “Brasil, RS, Turuçu, próximo ao Arroio Pelotas (31°37’38,3”S, 52°19’47,8”W), 24.ix.2019, Malaise, col. Mendes MF”. PARÁTIPO: ♂, etiquetado: “Brasil, RS, Arroio Grande, área de campo próxima à Barragem do Chasqueiro (32°10’08,7”S, 53°01’16,3”W), 12.ix.2019, Malaise, col. Mendes MF”. Os exemplares estão conservados em via úmida (etanol 70°GL). Foi extraída a terminália de todos os exemplares, que foram clarificadas e coradas, e se encontram em microtubos com glicerina anexados aos exemplares.

**Localidade tipo:** Brasil, RS, Turuçu, área de campo próximo ao Arroio Pelotas (31°37’38,3”S, 52°19’47,8”W).

**Diagnose.** Espécie castanho claro, com aspecto delgado; notum com faixas mais claras entre as cerdas dorsocentrais e acrosticais; 2 pares de longas cerdas dorsocentrais; 2 fileiras de cerdas acrosticais; asas hialinas alongadas, com índice costal de aproximadamente 3,0; lobo ventral do cerco não muito diferenciado, portando 2 fortes cerdas e 5 cerdas afiladas em sua margem (Figura 19A, B); surstilos pouco esclerotizados portando aproximadamente 10 cerdas surstilares alongadas (Figura 19A, B); gonocoxitos subretangulares, com uma projeção anterior (Figura 19C, D); pré-gonitos cônicos (Figura 19C, D); pós-gonitos subretangulares; falo tubular levemente cônico, com falotrema subapical (Figura 19C, D).

#### **Descrição do holótipo (♂)**

Cabeça (Figura 18C-E). Fronte marrom claro; triângulo ocelar marrom; triângulo frontal e faixas frontais marrom claro; triângulo frontal quase tocando a sutura ptilineal; placas frontorbitais marrom claro; cerda frontorbital proclinada posicionada na mesma altura e internamente a cerda frontorbital reclinada anterior; distância entre a cerda frontorbital reclinada anterior e a cerda frontorbital reclinada posterior  $\frac{1}{2}$  da distância da última e da cerda vertical interna; cerda frontorbital proclinada e frontorbital reclinada posterior subiguais, aproximadamente 2x mais longas que a cerda frontorbital reclinada anterior; cerdas pós ocelares crucitadas; largura anterior da fronte levemente menor que seu comprimento e do que sua porção posterior;

carena facial pequena; pedicelo mais escuro que o restante da face e com a presença de cerdas escuras e bem marcadas; pós-pedicelo mais claro que o restante da cabeça e levemente mais comprido do que largo; arista plumosa com 4 ramos dorsais, 5 ramos internos e 2 ramos ventrais além da forqueta terminal; olhos pilosos; gena e pós-gena de coloração mais escura do que a face; vibrissas muito longas, cruzando em frente a carena; palpos alongados e com a presença de cerdas bem marcadas, mais compridas que os palpos.

Tórax (Figura 18E). Castanho claro, com faixa mais clara entre as cerdas dorsocentrais e acrosticais; 2 pares de longas cerdas dorsocentrais; 2 fileiras de cerdas acrosticais; ausência de cerdas pré-escutelares; cerdas escutelares basais e apicais convergentes; pleura marrom claro, com exceção do katepisternum amarelo; 3 cerdas katepisternais, sendo a posterior o dobro do comprimento das anteriores; pernas amarelas, da mesma cor do katepisterno.

Asas (Figura 18A-B). Hialinas; lappet ausente; bM-Cu ausente; halteres amarelo esbranquiçado. Índice costal: aproximadamente 3,0.

Abdome (Figura 18F). Castanho claro; com padrão de coloração uniforme ao longo do abdome.

Comprimento corporal: aproximadamente 1,8 mm.

Terminália (Figura 19A-E). Epândrio arredondado; microtricoso; lobo ventral do epândrio afilado, não microtricoso, tão longo quanto o surstilo, portando 5 longas cerdas (Figura 19A-B). Cercos microtricosos, margens livres, portando aproximadamente 25 cerdas alongadas; lobo ventral do cerco não muito diferenciado, portando 2 fortes cerdas e 5 cerdas afiladas em sua margem (Figura 19A-B). Surstilos delicados, pouco esclerotizados, conectados ao epândrio por uma ponte, portando aproximadamente 10 cerdas surstilares alongadas (Figura 19A-B). Esclerito subepandrial retangular, conectando os surstilos. Hipândrio triangular, com  $\frac{1}{2}$  do comprimento do epândrio (Figura 19E). O hipândrio se conecta com um par de gonocoxitos, subretangulares e com uma projeção anterior (Figura 19C-D). Os gonocoxitos se conectam a pré-gonitos afilados (Figura 19C-D). Os pré-gonitos conectam-se a pós-gonitos subretangulares. Os pós-gonitos conectam-se ao falapodema próximo a sua conexão ao falo. Falapodema delgado, 1,5x o comprimento do falo. Falo tubular, com falotrema subapical (Figura 19C-D).

**Descrição do parátipo (♂).** Apresenta as mesmas características do holótipo. Terminalia apresentada na Figura 19E-F.

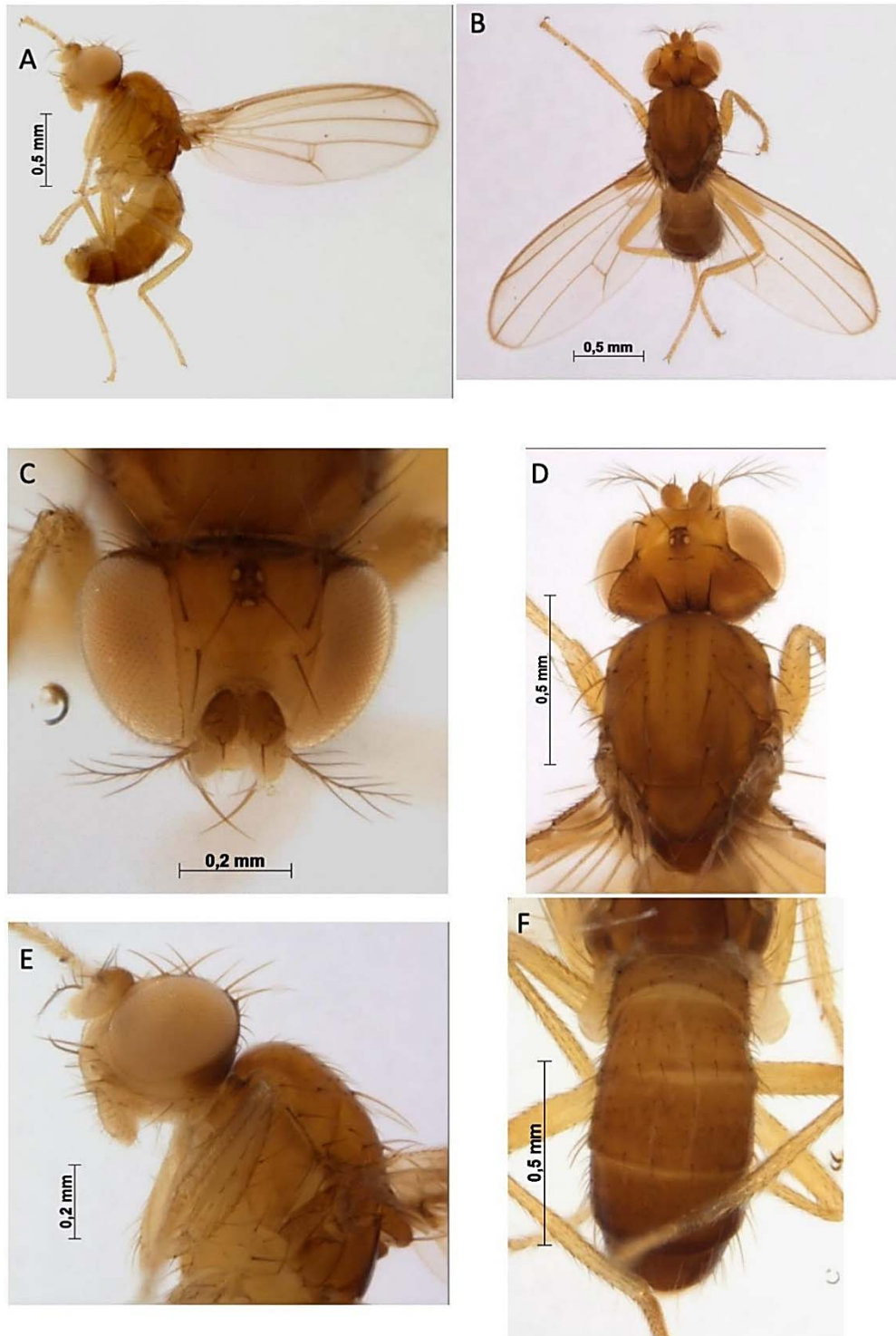


Figura 18 – *Scaptomyza* sp.3, holótipo ♂, Brasil, RS, Turuçu, 24.ix.2019. Exemplar fotografado em via úmida. A) Hábito, vista lateral esquerda. B) Hábito, vista dorsal. C) Cabeça, vista frontal. D) Cabeça e tórax, vista frontal. E) Cabeça e tórax, vista lateral esquerda. F) Abdômen, vista dorsal.

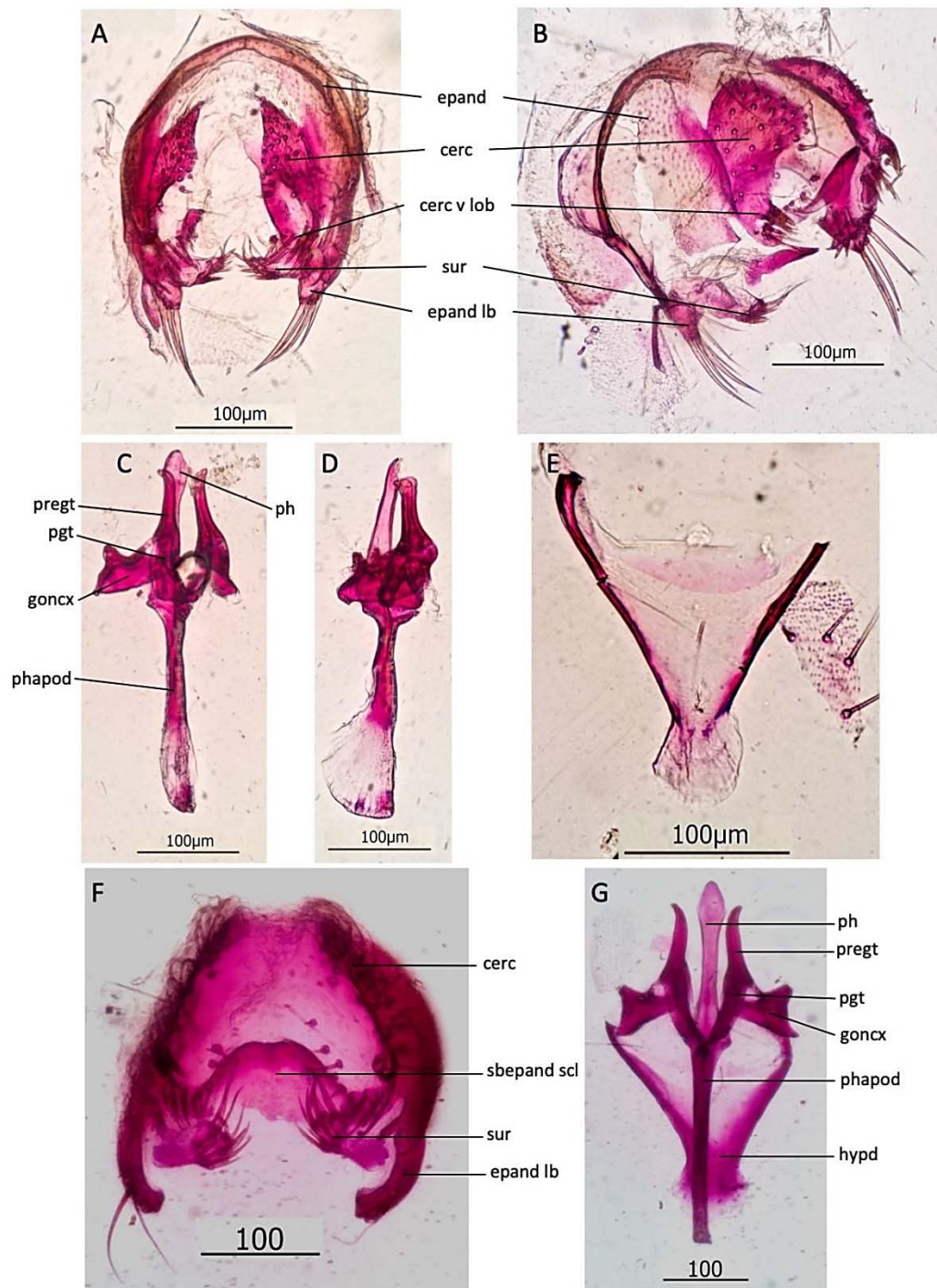


Figura 19 – *Scaptomyza* sp.3. A-E) Holótipo ♂, Brasil, RS, Turuçu, 24.ix.2019. F-G) Parátipo ♂, Brasil, RS, Arroio Grande, 12.ix.2019. Terminália observada em microscópio ótico comum. A) Epândrio, cercos e surstilos, vista posterior. B) Epândrio, cercos e surstilos, vista posterolateral. C) Falo, gonocoxito, pré-gonito e pós-gonito, vista ventrolateral. D) Falo, gonocoxito, pré-gonito e pós-gonito, vista lateral esquerda. E) Hipândrio, vista ventral. F) A) Epândrio, cercos e surstilos, vista posteroventral. G) Falo, gonocoxito, pré-gonito, pós-gonito e hipândrio, vista ventral. Abreviaturas: cerc: cerco, cerc v lob: lobo ventral do cerco, epand: epândrio, goncx: gonocoxito, hypd: hipândrio, pgt: pós-gonito, ph: falo, phapod: falapodema, pregt: pré-gonito, sbepand scl: esclerito subepandrial, sur: surstilo, epand lb: lobo ventral do epândrio.

### ***Scaptomyza* sp.4**

(Figuras 20-23)

*Drosophila* sp.4 Gottschalk et al. (2007) [registro de ocorrência]

**Série tipo.** HOLÓTIPO: ♂, etiquetado: “Brasil, SC. Florianópolis. Parque Estadual da Serra do Tabuleiro. 27°49’S; 48°33’W, Gottschalk, M.S. col., 15/01/2015”. Exemplar conservado em via seca, em dupla montagem com alfinete minuto e entomológico. Para a montagem foi utilizado protocolo de Brown (2005) (ver metodologia). PARÁTIPOS: 01 ♂, etiquetado: “Brasil, SC. Florianópolis. Parque Estadual da Serra do Tabuleiro. 27°49’S; 48°33’W, Gottschalk, M.S. col, 15/1/2015”. 02 ♀♀, etiquetadas: “Brasil, SC, Florianópolis, Parque Estadual da Serra do Tabuleiro. 27°49’S; 48°33’W, Gottschalk, M.S. col 15/1/2015”. O parátipos estão conservados em via úmida etanol (etanol 70°GL). Foi extraída a terminália de todos os exemplares, clarificadas e coradas, e se encontram em microtubos com glicerina anexados aos exemplares.

**Localidade tipo.** Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil (27°49’S; 48°33’W).

**Diagnose.** Espécie marrom; notum com manchas emergindo de quase todas as cerdas; faixas frontais mais escuras que o restante da fronte; 4 pares de cerdas dorsocentrais; 4 fileiras irregulares de cerdas acrosticais nos machos; asas marrom claro, arredondadas, com índice costal de aproximadamente 1,5; surstilos esclerotizados, portando 10 cerdas surstilares tipo ‘peg-like’ (Figura 21A); hipândrio retangular, aproximadamente 2x mais longo do que largo (Figura 21B); gonocoxitos subretangulares e fusionados ao hipândrio; pré-gonitos cônicos (Figura 21B); Falo tubular, porção basal mais larga que a distal (Figura 21B); oviscapto esclerotizado, afilado apicalmente, com duas ovissensilas internas alongadas, conspícuas mesmo em indivíduos não dissecados (Figura 23A, B).

#### **Descrição do holótipo (♂)**

Cabeça (Figura 20C-D). Fronte marrom claro, faixas frontais em tom mais escuro que a fronte; placas frontorbitais marrom claro; triângulo ocelar marrom escuro ocupando aproximadamente metade do comprimento da fronte; cerda frontorbital

proclinada posicionada na mesma altura e internamente a cerda frontorbital reclinada anterior; distância entre a cerda frontorbital reclinada anterior e a cerda frontorbital reclinada posterior  $2/3$  da distância da última e da cerda vertical interna; cerda frontorbital proclinada e frontorbital reclinada posterior subiguais, aproximadamente 2x mais longas que a cerda frontorbital reclinada anterior; cerdas pós-ocelares cruciadas; largura anterior da fronte de tamanho aproximado ao comprimento e levemente maior que a largura posterior. Face marrom mais claro que a coloração da fronte; carena pequena; antenas mais claras que a face, cerdas longas e evidentes pela sua coloração marrom escura no pedicelo antenal, pós-pedicelo mais comprido do que largo, arista plumosa com 4 ramos dorsais, 2 ventrais e 5 internos além da forqueta terminal; olhos vermelhos e pilosos; gena marrom, da mesma cor da fronte; probóscide com a mesma cor da face; palpos alongados com cerdas mais curtas que a largura do palpo e mesma coloração da face.

Tórax (Figura 20B). Escuto e escutelo marrom, 4 pares de cerdas dorsocentrais, sendo o primeiro par de tamanho menor; 4 fileiras de cerdas acrosticais, onde as cerdas medianas são mais robustas que as marginais; cerdas pré-escutelares ausentes; cerdas escutelares anteriores convergentes; pleura marrom claro (Figura 20A), com 3 cerdas katepisternais, sendo a posterior o dobro do comprimento das anteriores; pernas com coloração marrom e com as margens apicais das tíbias e dos tarsos mais escuras, cerda pré-apical longa.

Asas (Figura 20A). Marrom claro; lappet ausente; bM-Cu ausente; halteres brancos. Índice costal: 1,5.

Abdômen (Figura 20A). Marrom, com coloração quase uniforme.

Comprimento corporal: aproximadamente 1,8 mm.

Terminália (Figura 21A-B). Epândrio arredondado, microtricoso, portando aproximadamente 10 cerdas alongadas distribuídas ao longo de sua margem posterior; lobo ventral do epândrio desenvolvido, microtricoso, projetando-se ventralmente na mesma altura que o surstilo, portando 9-10 longas cerdas (Figura 21A). Cercos microtricosos, com margens livres, portando aproximadamente 20 cerdas alongadas e uma franja de 10-12 cerdas mais curtas em sua margem ventral. Surstilos esclerotizados, portando 10 cerdas surstilares tipo '*peg-like*', conectados ao epândrio por uma membrana (Figura 21A). Esclerito subepandrial retangular, conectado aos surstilos. Hipândrio retangular, aproximadamente 2x mais longo do

que largo, com aproximadamente o mesmo comprimento do epândrio (Figura 21B). Gonocoxitos fusionados ao hipândrio, subretangulares. Os gonocoxitos se conectam a pré-gonitos afilados (Figura 21B). Os pós-gonitos não foram reconhecidos e, aparentemente, os pré-gonitos conectam-se diretamente ao falapodema, próximo a sua conexão ao falo. Falapodema 1,5x mais longo que o falo. Falo tubular, porção basal mais larga que a distal.

### **Descrição dos parátipos**

♂ Apresenta as mesmas características do holótipo.

♀♀

**Descrição do parátipo ♀** (Figura 22). A fêmea estudada apresenta as mesmas características do macho, com exceção de apresentarem 6 fileiras irregulares de cerdas acrosticais. Índice costal: aproximadamente 1,5. Comprimento corporal: 2,2 mm.

Terminalia (Figura 23). Tergito VIII microtricoso; epiprocto e hipoprocto microtricosos, número de cerdas destas estruturas não foi possível de contar; oviscapto alongado e delgado tanto em vista lateral quanto ventral; 11 ovissensilas marginais externas, sendo as 3 distais '*peg-like*'; duas ovissensilas internas alongadas, conspícuas mesmo em indivíduos não dissecados (Figura 15E). Cápsula da espermateca esclerotizada, arredondada, sem ornamentação evidente; não apresentando introverte.



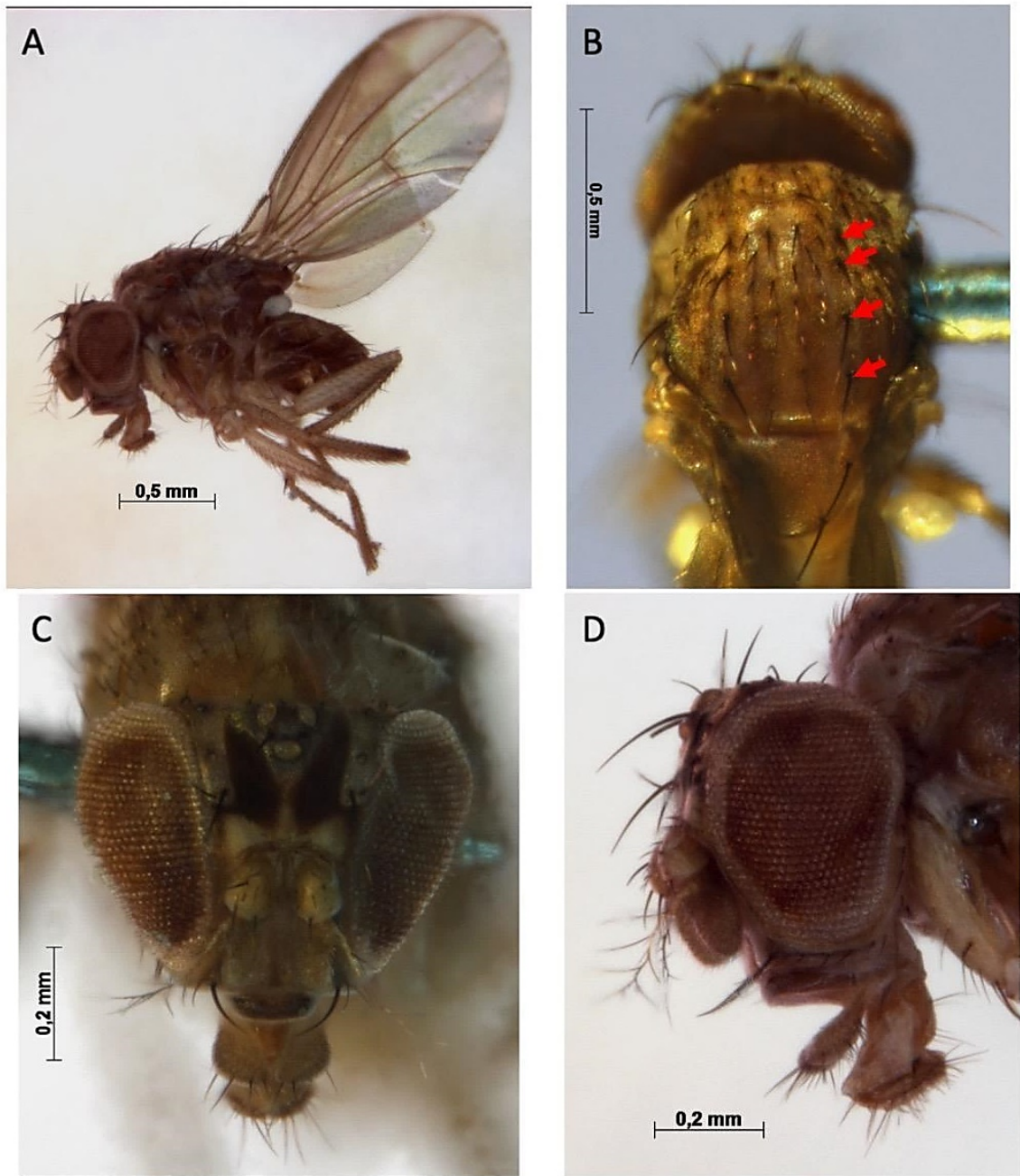


Figura 20 – *Scaptomyza* sp.4, holótipo ♂, Brasil, SC, Florianópolis, 25.i.2015. Exemplar fotografado em via seca. A) Hábito, vista lateral esquerda. B) Tórax, vista dorsal. C) Cabeça, vista frontal. D) Cabeça, vista lateral. Setas vermelhas apontam para a inserção das cerdas dorsocentrals.

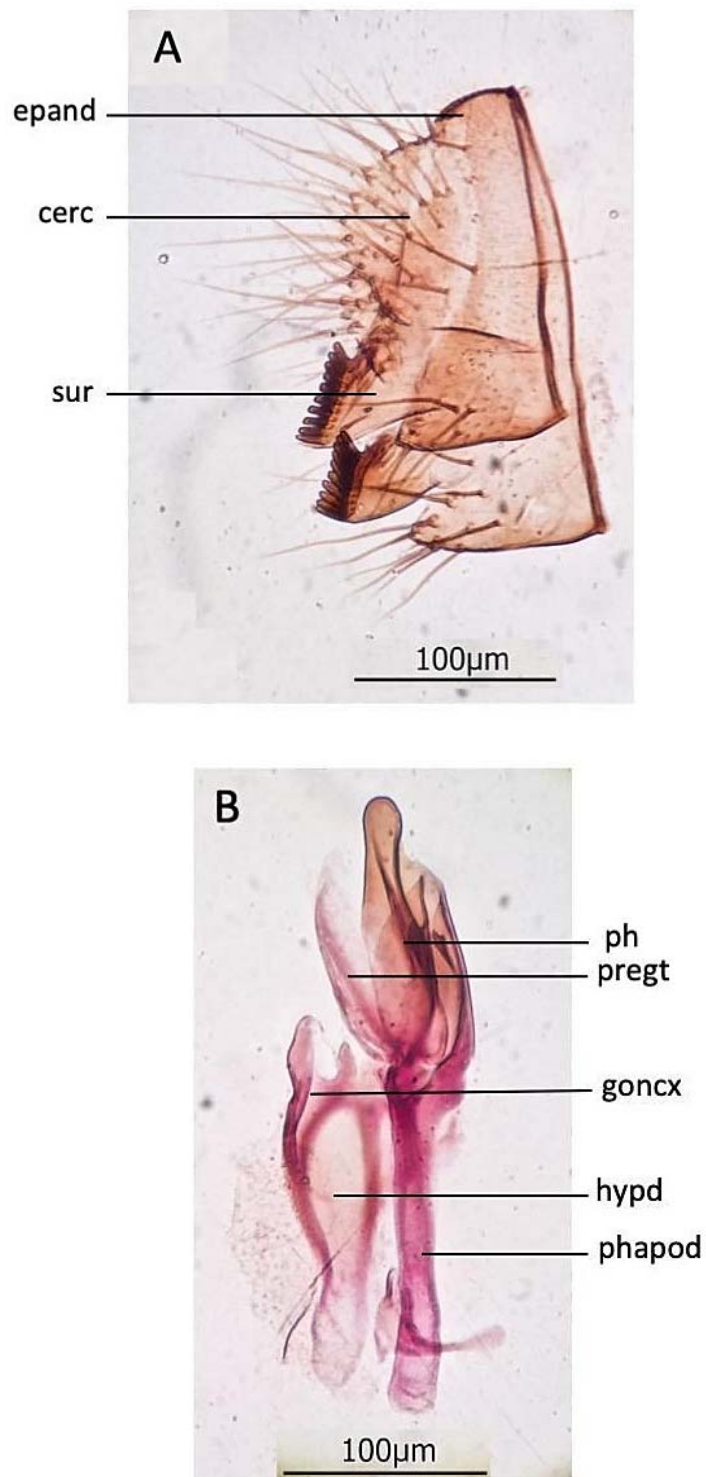


Figura 21 – *Scaptomyza* sp.4, parátipo ♀, Brasil, SC, Florianópolis, 25.i.2015. Terminália fotografada em microscópio ótico comum. A) Oviscapto, vista lateral esquerda. B) Oviscapto, vista ventral. C) Espermateca.

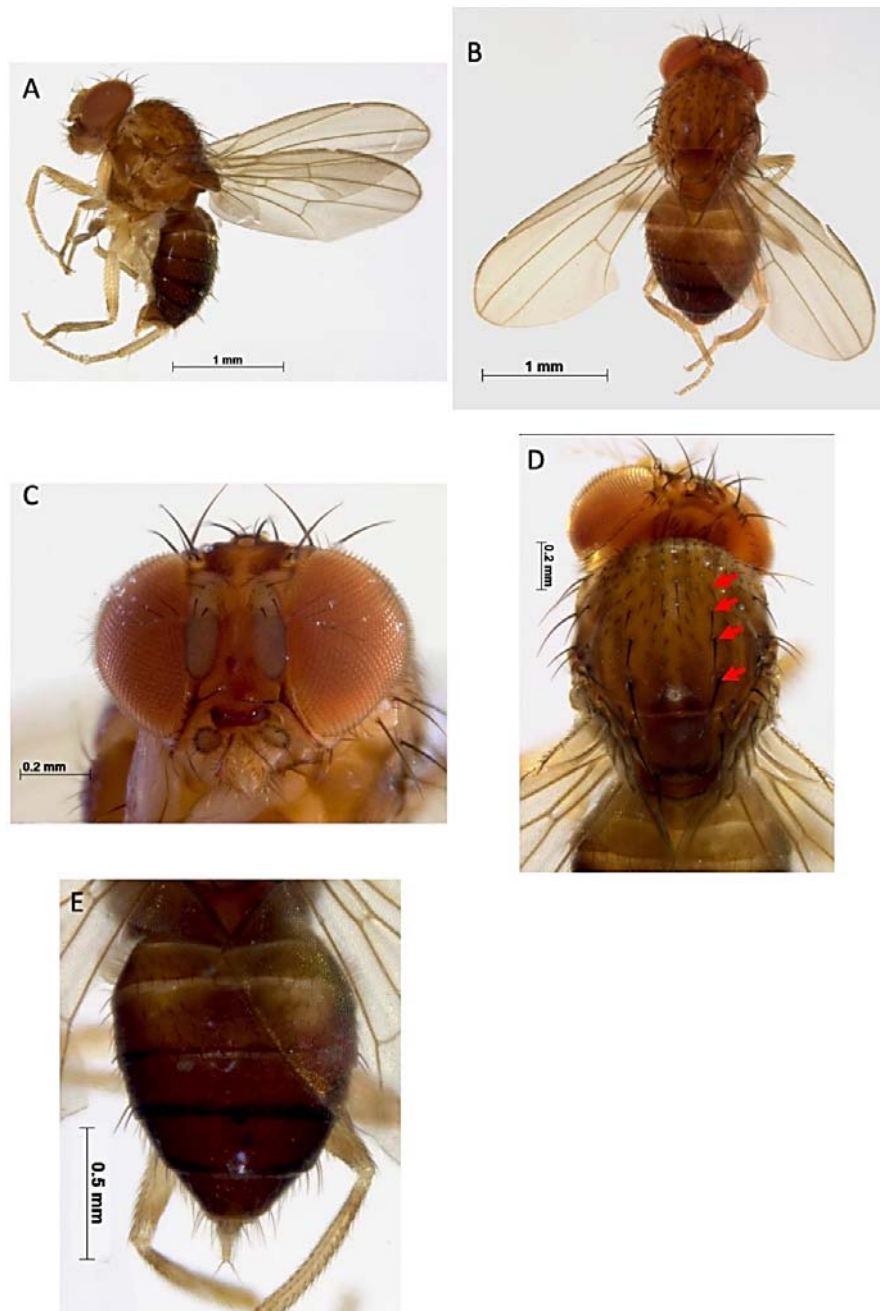


Figura 22 – *Scaptomyza* sp.4, parátipo ♀, Brasil, SC, Florianópolis, 25.i.2015. Exemplar fotografado em via úmida. A) Hábito, vista lateral esquerda. B) Hábito, vista dorsal. C) Cabeça, vista frontal. D) Tórax e cabeça, vista dorsal. E) Abdômen, vista dorsal. Setas vermelhas apontam para a inserção das cerdas dorsocentrais.

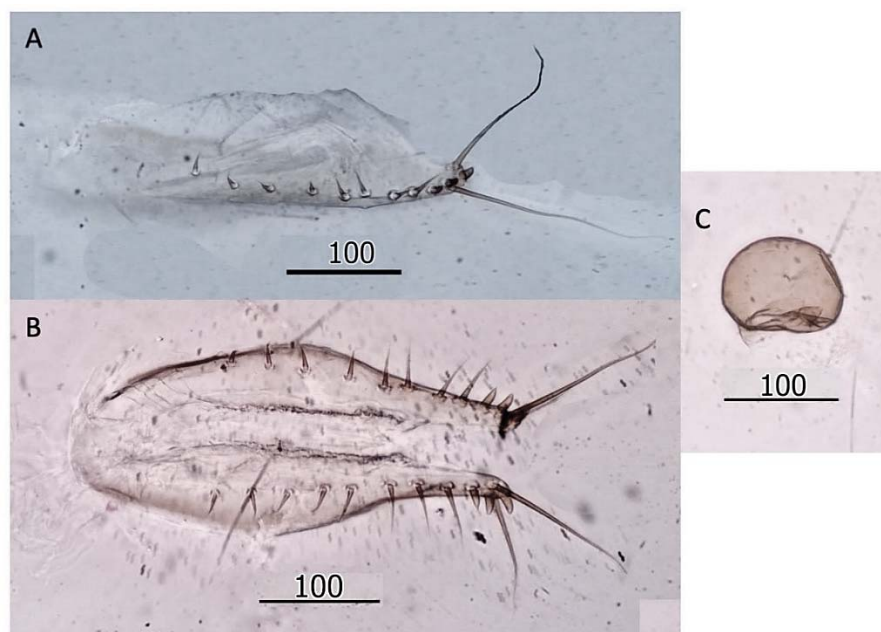


Figura 23 – *Scaptomyza* sp.4, parátipo ♀, Brasil, SC, Florianópolis, 25.i.2015. Terminália fotografada em microscópio ótico comum. A) Oviscapto, vista lateral esquerda. B) Oviscapto, vista ventral. C) Espermateca.

## Discussão

Na Região Neotropical temos o registro de cinco subgêneros, *Dentiscaptomyza* restrita ao Chile e as regiões vizinhas dos Andes e da Patagônia e *Scaptomyza*, *Mesoscaptomyza*, *Parascaptomyza* e *Hemiscaptomyza* com distribuição mundial (WHEELER; TAKADA, 1966; BRNCIC, 1983; GOTTSCHALK et al., 2008; POPPE et al., 2015; BÄCHLI, 2022).

As novas espécies de *Scaptomyza* propostas neste estudo diferem quanto sua morfologia geral, mas, principalmente, quanto a morfologia de suas terminálias masculinas, daquelas descritas para a região neotropical até o momento (WHEELER; TAKADA, 1966; GOÑI; VILELA, 2016). Segundo Hackman (1959) e Wheeler; Takada (1966), tais estruturas são essenciais para o reconhecimento das espécies do gênero. Entretanto, a morfologia geral se enquadra nas diagnoses propostas para *Scaptomyza* até o momento (HACKMAN, 1959; WHEELER; TAKADA, 1966; BÄCHLI et al., 2004).

Ao correr as chaves para identificação propostas por Wheeler (1952) e por Wheeler; Takada (1966) para tentarmos reconhecer as espécies aqui propostas, não chegamos a nenhuma conclusão quanto à correspondência da identidade das novas espécies e daquelas já descritas para as regiões Neártica ou Neotropical. Foram apresentadas diferenças na configuração das cerdas dorsocentrais e acrosticais, coloração da cabeça e palpos labiais, manchas nas asas e, principalmente, nas características da genitália masculina.

Ao tentarmos reconhecer a quais subgêneros cada nova espécie pode ser designada, observamos que tanto *Scaptomyza* sp.1 quanto *Scaptomyza* sp.3 podem ser enquadradas em *Mesoscaptoomyza*, por possuírem duas fileiras de acrosticais, palpos castanhos, cerdas escutelares apicais curtas e voltadas para cima, cerdas dorsocentrais pré-suturais evidentes (no caso de *Scaptomyza* sp.1), e a morfologia de terminália similar à “*vittata*-type”, conforme Wheeler; Takada (1966: Tabela 1, Figuras 1-5).

Já as espécies *Scaptomyza* sp. 2 e *Scaptomyza* sp. 4, que possuem morfologia muito similar, apresentam características de *Dentiscaptoomyza*. A presença de mais de duas fileiras de acrosticais, duas cerdas umerais evidentes, oviscapto esclerotizado e bem desenvolvido, asas sem padrão de manchas e padrão de genitália característico (descrito por Wheeler; Takada, 1966: Tabela 1, Figuras 1-5) são características compartilhadas entre elas e as espécies deste subgênero. Até o momento, as espécies de *Dentiscaptoomyza* foram registradas apenas no Chile, em regiões vizinhas aos Andes e na Patagônia (BRNCIC, 1983), mas as duas espécies aqui presentes vêm sendo registradas em levantamentos de espécies de Drosophilidae no Brasil já há alguns anos (BLAUTH; GOTTSCHALK, 2007; GOTTSCHALK et al., 2007).

O subgênero *Macroscaptoomyza* é endêmico do arquipélago de Tristan da Cunha, porém apresenta a configuração das cerdas dorsocentrais em 1+3 semelhante a observada nas espécies *Scaptomyza* sp. 2 e *Scaptomyza* sp. 4, com uma cerda anterior e três cerdas posteriores à sutura transversal (HACKMAN, 1959). Isso pode indicar que a característica, apesar de não ser comum, pode ocorrer em outros subgêneros.



## Considerações finais

Com este estudo, foi possível estabelecer uma maior abrangência de ocorrência para as espécies *S. flava* e *S. pallida*. Apesar de *S. flava* ser uma espécie cosmopolita e estar presente em ambiente antropizados, não havia o registro de ocorrência dela no Brasil. Assim como *S. pallida*, porém esta última foi registrada em regiões Pampeanas da Argentina.

Também foi possível avançar no sentido de amostrar uma potencial praga de hortaliças, que vem causando prejuízos econômicos ao redor do mundo, para a região Sul do Brasil. Região responsável por grande parte do plantio dessas cultivares no Brasil.

As quatro novas espécies descritas nesse trabalho, ajudam a elucidar questões sobre a diversidade de regiões historicamente negligenciadas, não só a região Neotropical de forma mais ampla, mas também a região dos Pampas e do Cerrado.

Além disso, conseguimos propor que outras metodologias de captura de insetos sejam utilizadas e tenham preferência na amostragem de grupos pouco capturados e amostrados em metodologias mais tradicionais, como a isca de banana fermentada.

Apesar dos avanços conquistados neste trabalho, ainda se faz necessário um estudo ampliado de coleta especializada no gênero, para que seja possível uma listagem mais concreta de sua ocorrência ao longo do território brasileiro e em locais onde o plantio de hortaliças seja atividade agrícola principal.

## Referências

- ADÂMOLI, J. et al. Caracterização da região dos Cerrados. In: GOEDERT, W. J. (Ed.). **Solos dos cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. Brasília, DF: Embrapa-CPAC, p. 33-74, 1986.
- ALMEIDA, L. M.; RIBEIRO-COSTA, C. S.; MARINONI, L. **Manual de coleta, conservação, montagem e identificação de insetos**. Ribeirão Preto: Holos, 1998.
- ANDRADE-FILHO, J.; OLIVEIRA, R.; FONSECA, A. Flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) Coletados com Armadilha Malaise no Centro-Oeste de Minas Gerais. **Neotropical Entomology**, v. 37, p. 104-106. 2008.
- ANTONELLI, A; SANMARTIN, I. Why are there so many plant species in the Neotropics? **Taxon**, v. 60, p. 403-414, 2011.
- BÄCHLI, G. TaxoDros: The database on taxonomy of Drosophilidae, v.1.04. Database, 2022. Available in: [http://www.taxodros.uzh.ch/lists/SPECIES-LIST\\_GR\\_SR\\_SC](http://www.taxodros.uzh.ch/lists/SPECIES-LIST_GR_SR_SC) (acesso em 27 jan. 2022).
- BÄCHLI, G.; VILELA, S. A.; SAURA, A. **The Drosophilidae (Diptera) of Fennoscandia and Denmark**. Leiden: Fauna Entomologica Scandinavica. Brill, 2004.
- BARROS, M. J. F. Diversidade taxonômica intraespecífica: como refinar a conservação biológica nos trópicos? **Natureza On line**, v.13, n.1, p.20-26, 2015.
- BINKOWSKI, P. Conflitos ambientais e significados sociais em torno da expansão da silvicultura de eucalipto na “Metade Sul” do Rio Grande do Sul. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas, Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Rural, Porto Alegre, 2009.
- BLAUTH, M. L.; GOTTSCHALK, M. S. A novel record of Drosophilidae species in the Cerrado biome of the state of Mato Grosso, west-central Brazil. **Drosophila Information Service**, v. 90, p. 90-95, 2007.
- BOLDRINI, I. I.; FERREIRA, P. M. A.; ANDRADE, B. O.; SCHNEIDER, A. A.; SETUBAL, R. B.; TREVISAN, R; FREITAS, E.M. **Bioma Pampa: diversidade florística e fisionômica**. Porto Alegre, editora Pallotti, 2010. 64 p.



- BRAKE, I., BÄCHLI, G., **Drosophilidae (Diptera)**. World Catalogue of Insects. Vol. 7. Apollo Books, Stenstrup, 2008. 412 p.
- BRNCIC, D. Chromosomal variation in Chilean populations of *Drosophila immigrans*. **Heredity**, v.46. p, 59–63. 1955.
- BRNCIC, D. The Chilean species of *Scaptomyza* Hardy. (Diptera, Drosophilidae). **Revista Chilena de Entomología**, v. 4, p. 237-250, 1955.
- BRNCIC, D. A review of the genus *Scaptomyza* Hardy (Diptera, Drosophilidae) in Chile with the description of a new species. **Revista Chilena de Historia Natural**, v. 56, p. 71-76, 1983.
- BROWN, B. V. A further chemical alternative to critical- point-drying for preparing small (or large) flies. **Fly Times**, v. 11, p. 10, 1993.
- BURLA, H. Die Drosophilid engattung *Zygothrica* und ihre beziehung zur *Drosophila*-untergattung *Hirtodrosophila*. **Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin**, v. 32, p. 189-321, 1956.
- BUTCHART, S. H. M. et al. Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines. **Science**, v. 328, p. 1164-1168, 2010.
- CARSON H. L. et al. The evolutionary biology of the Hawaiian Drosophilidae. In: HECHT, M. K.; STEERE, W. C. (eds) **Essays in Evolution and Genetics in Honor of Theodosius Dobzhansky**. Appleton-Century-Crofts, New York, p. 437-543, 1970.
- CHAPIN, F.S. et al. Consequences of changing biodiversity. **Nature**, v. 405, p. 234-242, 2000.
- COIMBRA-FILHO, A. E; CÂMARA, I. G. 1996. **Os limites originais do bioma Mata Atlântica na região nordeste do Brasil**. Rio de Janeiro: Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza.
- D' HORTA, F. M. Filogenia molecular e filogeografia de espécies de Passeriformes (Aves): história biogeográfica da região neotropical com ênfase na Floresta Atlântica. 125f. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ciências, USP. São Paulo. 2009.
- DE TONI, D. C., GOTTSCHALK, M. S., CORDEIRO, J., HOFMANN, P. P. R., VALENTE, V. L. S. Study of the Drosophilidae (Diptera) communities on Atlantic Forest Islands of Santa Catarina State, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 3, p. 356-375, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2007000300004>

- DEAN, W. 1995. With broadax and firebrand: the destruction of the Brazilian Atlantic forest. Berkeley, CA: University of California Press.
- DESALLE, R. Molecular approaches to biogeographic analysis of Hawaiian Drosophilidae. In: WAGNER, W. L.; FUNK V. A. (eds) **Hawaiian Biogeography: Evolution on a Hot Spot Archipelago**, p. 72-89. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, 1995.
- FELFILI, J. M. et al. Floristic composition, and community structure of a seasonally deciduous dry forest on limestone outcrop in Central Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 375-385, 2007.
- FIGUEIRÓ, A. S.; SELL, J. C. O Bioma Pampa e o Modelo de Desenvolvimento em Implantação no Alto Camaquã. VI Seminário Latino Americano de Geografia Física, II Seminário Ibero Americano de Geografia Física. Universidade de Coimbra, Maio de 2010.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO, 2010. Biodiversity Report. Available in: <http://www.fao.org/biodiversity/components/pollinator/en/> (accessed 17 April 2017).
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, Disponível em: <https://www.sosma.org.br/>. Acesso em 12/01/22.
- GARCIA, C. F.; HOCHMÜLLER, C. J. C.; VALENTE, V. L. S.; SCHMITZ, H. J. Drosophilid assemblages at different urbanization levels in the city of Porto Alegre, State of Rio Grande do Sul, Southern Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 41, n. 1, p. 32-41, 2012. <http://dx.doi.org/10.1007/s13744-011-0007-7>
- GIULIETTI, A. M. et al. Espécies endêmicas da Caatinga. In: SAMPAIO, E. V. S. B. et al. (Eds.). **Vegetação e flora da Caatinga. Recife: Associação Plantas do Nordeste**, p. 103-105. 2002.
- GODFRAY, H. C. J. Parasitoids — Behavioral and Evolutionary Ecology Princeton University Press, Princeton, 1994.
- GOÑI, B.; VILELA, C. R. Two new Neotropical species of Drosophilinae (Diptera: Drosophilidae) from Uruguay. **Zoologia** (Curitiba), v. 33, n. 6, p. e20160142, 2016. <https://doi.org/10.1590/S1984-4689zool-20160142>
- GOTTSCALK et al. Changes in Brazilian Drosophilidae (Diptera) Assemblages Across an Urbanisation Gradient. **Neotropical Entomology**, v. 36, p. 848-862, 2007. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2007000600005>

- GOTTSCHALK, M. S. et al. Drosophilidae (Diptera) associated to fungi: differential use of resources in anthropic and Atlantic Rain Forest areas. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 99, n. 4, p. 442-448, 2009.
- GOTTSCHALK, M. S., HOFMANN, P. R. P., VALENTE, V. L. S. Diptera, Drosophilidae: historical occurrence in Brazil. **Check List**, v. 4, n. 4, p. 485-518, 2008. <http://dx.doi.org/10.15560/4.4.485>
- GRIMALDI, D. A. Phylogenetics and taxonomy of *Zygothrica* (Diptera, Drosophilidae). **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v. 186, p. 103-268, 1987.
- GRIMALDI, D. A. A phylogenetic, revised classification of genera in the Drosophilidae (Diptera). **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v. 197, p. 1-139, 1990.
- HACKMAN, W. On the genus *Scaptomyza* Hardy (Dipt., Drosophilidae) with descriptions of new species from various parts of the world. **Acta Zoologica Fennica**, v. 97, p. 1-73, 1959.
- HACKMAN, W. The relation between the genera *Scaptomyza* and *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae). **Annales Zoologici Fennici**, v. 48, p. 97-104, 1982.
- HARDY, D. E. Diptera: Cyclorrhapha II, Series Schizophora, Section Acalypterae I, Family Drosophilidae. **Insects of Hawaii**, v. 12, p. 1-814, 1965.
- HARDY, D. E.; KANESHIRO, K. Y. Drosophilidae of the Pacific Oceania. In: M ASHBURNER, M.; CARSON, H. L.; THOMPSON, J. J. N. (eds) **The Genetics and Biology of *Drosophila*** v. 3a, p. 309-348. Academic Press, New York, 1981.
- HASENACK, H. (org.) Mapeamento da cobertura vegetal do Bioma Pampa. In: Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Sumário Executivo do mapeamento da cobertura vegetal dos biomas brasileiros**. Brasília: MMA/SBF. 2007. Disponível em <<http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm>> acesso em jan 2022.
- HEBERT, P.D.N. et al. Biological identification through DNA barcodes. **Proceedings of the Royal Society of London Series B**, v. 270, p. 313-321, 2003.
- HOCHMÜLLER, C. J. C.; LOPES-DA-SILVA, M.; VALENTE, V. L. S.; SCHMITZ, H. J. The drosophilid fauna (Diptera, Drosophilidae) of the transition between the Pampa and Atlantic Forest Biomes in the state of Rio Grande do Sul, Southern

- Brazil: first records. **Papéis Avulsos Zoologia**, v. 50, n. 19, p. 285-295, 2010.  
<http://dx.doi.org/10.1590/S0031-10492010001900001>
- HUGHES, C. E.; PENNINGTON, R. T.; ANTONELLI, A. Neotropical plant evolution: assembling the big picture. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 171, p. 1-18, 2013.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL – IBDF. **Inventário florestal nacional: florestas nativas: Rio Grande do Sul**. Embrapa Florestas, Brasília, 345 pp., 1983.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Fundação IBGE, Rio de Janeiro, 92 pp, 1992.
- IZMA: Instituto Zoobotânico de Morro Azul, Disponível em:  
<http://www.izma.org.br/newsite/> Acesso em 14/01/2022.
- KATOH, T. et al. 2017 Multiple origins of Hawaiian drosophilids: phylogeography of *Scaptomyza* Hardy (Diptera: Drosophilidae). **Entomological Science**, v. 20, p. 33-44. <https://doi.org/10.1111/ens.12222>
- KRUG, C.; ALVES-DOS-SANTOS, I. The use of different methods to sample the bee fauna (Hymenoptera: Apoidea), a study in the mixed temperate rainforest in Santa Catarina State. **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 3, p. 265-278, 2008.  
<http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2008000300005>
- LAPOINT, R. T.; O'GRADY, P. M.; WHITEMAN, N. K. Diversification and dispersal of the Hawaiian Drosophilidae: the evolution of *Scaptomyza*. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 69, p. 95-108, 2013.  
<https://doi.org/10.1016/j.ympev.2013.04.032>
- MACÁ, J. Czechoslovak species of genus *Scaptomyza* Hardy (Diptera: Drosophilidae) and their biotomies. **Acta Entomologica Bohemoslovaca**, v. 69, p. 119-132, 1972.
- MAGNACCA, K. N.; FOOTE, D.; O'GRADY, P. M. A review of the endemic Hawaiian Drosophilidae and their host plants. **Zootaxa**, v. 1728, n. 1, p. 1-58, 2008.  
<http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.1728.1.1>
- MAHDI, H.; NAJIM, S.; FADHIL, A. Identification of european leafminer insect *Scaptomyza flava* Fallén (Diptera: Drosophilidae) from Brassicaceae plants in basrah province fields southern Iraq. **Journal of Agricultural Research**, v. 47, p. 1183-1188, 2020.

- MALUF, J. R. T.; WESTPHALEN, S. L. Regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul. In: MALUF, J. R. T. (ed.) **Macrozoneamento agroecológico e econômico do Estado do Rio Grande do Sul**, 1ª ed., vol. 2., CORAG, Porto Alegre, 47 pp., 1994.
- MANTOVANI, Waldir. Delimitação do bioma Mata Atlântica: implicações legais e conservacionistas. In: *Ecossistemas brasileiros: manejo e conservação*. 1º ed. Expressão Gráfica e Editora, Fortaleza, p.287-295, 2003.
- MARGULES, C. R.; PRESSEY, R. L. Systematic Conservation planning. **Nature**, v. 405, p. 243-253, 2000.
- MARKOW T.A.; O'GRADY P. Evolutionary genetics of reproductive behavior in *Drosophila*: connecting the dots. **Annual Review Genetics**, v. 39, p. 263-291, 2005.
- MARKOW, T. A.; O'GRADY, P. Reproductive ecology of *Drosophila*. **Functional Ecology**, v. 22, n. 5, p. 747-759, 2008.  
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2435.2008.01457.x>
- MARTIN, N. History of an invader, *Scaptomyza flava* (Fallén, 1823) (Diptera: Drosophilidae). **New Zealand Journal of Zoology**, v. 31, p. 27-32, 2004.  
<http://dx.doi.org/10.1080/03014223.2004.9518356>
- MELO, R.; VENDRAME, L.; MADEIRA, N.; BLIND, A.; VILELA, N. Caracterização da cadeia produtiva de brássicas no Brasil. *Horticultura Brasileira* [online]. 2019, v. 37, n. 4 [Acessado 7 Abril 2022], pp. 366-372. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0102-053620190401>>. Epub 09 Dez 2019. ISSN 1806-9991.
- MENDES, M. F. et al. First report of colored pan traps to capture Drosophilidae (Diptera). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 65, n. 3, p. e20210057, 2021.  
<https://doi.org/10.1590/1806-9665-RBENT-2021-0057>
- MITCHELL, J. D.; DALY, D. C. *Cyrtocarpa* Kunth (Anacardiaceae) in South America. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 78, n. 1, p. 184-189, 1991
- MITSUI, H.; BEPPU, K.; KIMURA, S. T. Seasonal life cycles and resource uses of flower- and fruit-feeding drosophilid flies (Diptera: Drosophilidae) in central Japan. **Entomological Science**, v. 13, n. 1, p. 60-67, 2010.  
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1479-8298.2010.00372.x>

- MONTAGUE, J. R.; K. Y. KANESHIRO Flower-breeding species of Hawaiian *Drosophilids* in an early stage of sympatry. **Pacific Insect**, v. 24, p. 209-213, 1982.
- NASCIMENTO, A. R. T.; FELFILI, J. M.; MEIRELLES, E. M. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente de floresta estacional decidual de encosta, Monte Alegre, Goiás, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 4, p. 659-669, 2004.
- NIMER, E.; BRANDÃO, A. M. P. M. **Balço hídrico e clima da região dos Cerrados**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989
- O'GRADY P, DESALLE R. Out of Hawaii: the origin and biogeography of the genus *Scaptomyza* (Diptera: Drosophilidae), **Biology Letters**, v. 4, p. 195-199, 2008.
- O'GRADY, P, LAPOINT, R, BONACUM, J, LASOLA, J, OWEN, E, WU, Y, DESALLE, R. Phylogenetic and ecological relationships of the Hawaiian *Drosophila* inferred by mitochondrial DNA analysis. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 58, p. 244-256, 2011.
- OKADA, T. Descriptions of four new species of Drosophilidae of the Bonins, with taxometrical analyses of the *Scaptomyza* species (Diptera). **Kontyu**, v. 41, p. 83-90, 1973.
- POPPE, J. L, SCHMITZ H. J, VALENTE V. L. S. The diversity of Drosophilidae in the South American pampas: update of the species records in an environment historically neglected. **Drosophila Information Service**, v. 98. p. 47-51, 2015.
- POPPE, J. L., SCHMITZ, H. J., VALENTE, V. L. S. The diversity of Drosophilidae in the South American pampas: update of the species records in an environment historically neglected. **Drosophila Information Service**, v. 98, p. 47-51, 2016.
- POPPE, J. L.; VALENTE, V. L. S.; SCHMITZ, H. J. Structure of Drosophilidae assemblage (Insecta, Diptera) in Pampa Biome (São Luiz Gonzaga, RS). **Papéis Avulsos Zoologia**, v. 52, n. 16, p. 185-195, 2012.  
<http://dx.doi.org/10.1590/S0031-10492012001600001>
- POWELL, J. R. Progress and prospects in Evolutionary Biology: the *Drosophila* Model. **Oxford University Press**, 562 pp., 1997
- PRANCE, G. T. et al. The tropical flora remains under collected. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v.87, n.1, p.67-71, 2000
- RAMPASSO, A.; O'GRADY, P. M. Standardized terminology and visual atlas of the external morphology and terminalia for the genus *Scaptomyza* (Diptera:

- Drosophilidae). **Fly**, v. 16, n. 1, p. 37–61, 2022. <https://doi.org/10.1080/19336934.2021.1969220>
- REMSEN, J.; O'GRADY, P. M. Phylogeny of Drosophilinae (Diptera:Drosophilidae), with comments on combined analysis and character support. **Molecular Phylogenetic and Evolution**, v.24, p.249-264, 2002.
- SANTOS, C. et al. On type less species and the perils of fast taxonomy. **Systematic Entomology**, v. 41, p. 511-515, 2010.
- SANTOS, R. D. C. O.; VILELA, C. R. Breeding sites of Neotropical Drosophilidae (Diptera). IV. Living and fallen Santos and Vilela flowers of *Sessea brasiliensis* and *Cestrum* spp. (Solanaceae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 49, n. 4, p. 544-551, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262005000400015>
- SANTOS, R. C. M. Mata Atlântica: Características, biodiversidade e a história de um dos biomas de maior prioridade para conservação e preservação de seus ecossistemas. **Trabalho de conclusão do curso de Ciências Biológicas**, Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix. Belo Horizonte. 27p, 2010.
- SCHMITZ, H. J.; VALENTE, V. L. S. The flower flies and the unknown diversity of Drosophilidae (Diptera): a biodiversity inventory in the Brazilian fauna. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 59, e20195945, 2019. <http://dx.doi.org/10.11606/1807-0205/2019.59.45>
- SCHMITZ, H. J.; VALENTE, V. L. S. The flower flies and the unknown diversity of Drosophilidae (Diptera): a biodiversity inventory in the Brazilian fauna. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 59, p. e20195945, 2019. <http://dx.doi.org/10.11606/1807-0205/2019.59.45>
- SILVA, L. A.; SCARIOT, A. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea de uma floresta estacional decidual em afloramento calcário (Fazenda São José, São Domingos - GO, Bacia do rio Paranã). **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, n. 2, p. 307-326, 2003.
- SILVA, L. A.; SCARIOT, A. Composição e estrutura da comunidade arbórea de uma floresta estacional decidual sobre afloramento de calcário no Brasil central. **Revista Árvore**, v. 28, n. 1, p. 69-75, 2004.
- TEIXEIRA, F. M. Técnicas para captura de Hymenoptera (Insecta). **Vertices**, v. 14, p. 169-198, 2012.
- THROCKMORTON, L. H. The relationships of endemic Hawaiian Drosophilidae. **University of Texas Publication**, v. 6615, p. 335-396, 1966.



- TINOCO, C. F. et al. Research and partnerships in studies on population genetics of Neotropical plants: a scientometric evaluation. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 61, p. 357-365, 2015.
- TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Biodiversity in the Neotropics: ecological, economic and social values. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, p. 913-915, 2008.
- TURCHETTO-ZOLET AC, PINHEIRO F, SALGUEIRO F & PALMA-SILVA C. Phylogeographical patterns shed light on evolutionary process in South America. **Molecular Ecology**, v. 22, p. 1193-1213, 2013.
- VALER, F. B.; BERNARDI, E.; MENDES, M. F.; BLAUTH, M. L.; GOTTSCHALK, M. S. Diversity and associations between Drosophilidae (Diptera) species and Basidiomycetes in a Neotropical forest. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 88, n. Supl.1, p. 1-14, 2016.  
<http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201620150366>
- VERDUM, R. O pampa. Ainda desconhecido. **Revista do Instituto Humanitas Unisinos - IHU Online**. São Leopoldo, v. 183, p.4-9. 2006.
- WHEELER, M. The Drosophilidae of the Nearctic region, exclusive of the genus *Drosophila*. **University of Texas Publication**, v. 5204. p, 162–218. 1952
- WHEELER, M.R. The Drosophilidae: A taxonomic overview; In: ASHBURNER, M. et al. **The Genetics and Biology of *Drosophila***, Academic Press: London, v.3. p.1-97, 1981.
- WHEELER, M. R.; TAKADA, H. The nearctic and neotropical species of *Scaptomyza* Hardy (Diptera; Drosophilidae). **University of Texas Publication**, v. 6615, p. 37-78, 1966.
- WILLIAMS, K.; FORD, A.; ROSAUER, D.; SILVA, N.; MITTERMEIER, R.; BRUCE, C.; LARSEN, F. W.; MARGULES C. Forests of East Australia: The 35<sup>th</sup> Biodiversity Hotspot. In: ZACHOS, F. E.; HABEL, J. C. (eds.) **Biodiversity hotspots: distribution and protection of conservation priority areas**. Springer, New York, pp. 295-310, 2011.
- WILLIAMS, N. M.; MINCKLEY, R. L.; SILVEIRA, F. A. Variation in native bee faunas and its implications for detecting community changes. **Conservation Ecology**, v. 5, n. 1, p. 7, 2001. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-00259-050107>