

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

***Nectopsyche* Müller, 1879 (Trichoptera, Leptoceridae): uma nova perspectiva sobre a taxonomia do gênero a partir de uma abordagem integrativa**

Pedro Bonfá-neto
Magister Scientiae

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2025**

PEDRO BONFÁ-NETO

***Nectopsyche* Müller, 1879 (Trichoptera, Leptoceridae): uma nova perspectiva sobre a taxonomia do gênero a partir de uma abordagem integrativa**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Frederico Falcao Salles

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2025**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

B713n
2025
Bonfá Neto, Pedro, 1996-
Nectopsyche Müller, 1879 (Trichoptera, Leptoceridae): uma
nova perspectiva sobre a taxonomia do gênero a partir de uma
abordagem integrativa / Pedro Bonfá Neto. – Viçosa, MG, 2025.
1 dissertação eletrônica (224 f.): il. (algumas color.).

Inclui apêndices.

Orientador: Frederico Falcão Salles.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Entomologia, 2025.

Inclui bibliografia.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2025.665>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Trichoptera - Classificação. 2. *Nectopsyche*.
3. Morfometria. 4. Alometria. I. Salles, Frederico Falcão, 1975-.
II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de
Entomologia. Programa de Pós-Graduação em Entomologia.
III. Título.

CDD 22. ed. 595.745

PEDRO BONFÁ-NETO

***Nectopsyche* Müller, 1879 (Trichoptera, Leptoceridae): uma nova perspectiva sobre a taxonomia do gênero a partir de uma abordagem integrativa**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 24 de julho de 2025.

Assentimento:

Pedro Bonfá-neto
Autor

Frederico Falcao Salles
Orientador

Essa dissertação foi assinada digitalmente pelo autor em 15/10/2025 às 22:11:19 e pelo orientador em 17/10/2025 às 10:32:17. As assinaturas têm validade legal, conforme o disposto na Medida Provisória 2.200-2/2001 e na Resolução nº 37/2012 do CONARQ. Para conferir a autenticidade, acesse <https://siadoc.ufv.br/validar-documento>. No campo 'Código de registro', informe o código **TY5Y.79FD.136U** e clique no botão 'Validar documento'.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer à minha família. Agradeço ao meu amor, Isabel Cristina Hernandez Cortes, por ser minha parceira na vida, por ter me dado o maior presente e felicidade, nossa linda filha, e por caminhar comigo também como parceira de estudos e pesquisa. À minha filha, Aurora Bonfá Cortes, que chegou enquanto este trabalho tomava forma, pela felicidade e amor que sua chegada trouxe à minha vida. Aos meus pais e irmãos pelo apoio e incentivo constantes aos meus estudos, projetos e pesquisas, e pelo carinho e afeto que sempre compartilhamos.

Ao meu orientador, professor Dr. Frederico Falcão Salles, por ter me acolhido como aluno de mestrado, pela confiança em meu trabalho, pelas oportunidades oferecidas, pelos ensinamentos e experiências como pesquisador referência, por ser um orientador excepcional e um exemplo de pesquisador, pai e ser humano. Agradeço, especialmente, por ter me apresentado à mãe da minha filha, e pelo apoio e carinho dedicados à nossa família.

Ao professor Dr. Ralph Holzenthal, pelo apoio e encorajamento na realização deste trabalho com este grupo de insetos magníficos que ele tem se dedicado, pela disponibilização de um material referência imprescindível na determinação das espécies encontradas neste estudo, e pelas valiosas sugestões que contribuíram de forma significativa para o aprimoramento deste trabalho.

Ao professor Dr. Pedro Romano, pelo aprendizado das análises de morfometria geométrica, pelas inúmeras sugestões e contribuições no desenvolvimento inicial do Capítulo II deste estudo, principalmente nas análises preliminares que foram realizadas na sua disciplina de Morfometria Animal. Agradeço também ao meu grupo da disciplina formado por Glauco Luis do Nascimento Martins e Lívia Augusta Huss Portes, pelas contribuições nas análises preliminares.

À professora Dra. Roberta Paresque, ao Rayner Paresqui Constantino e ao Felipe Ribeiro Pereira Sarmiento, pelas valiosas contribuições e pelo suporte no desenvolvimento do Capítulo I deste estudo, incluindo a extração, amplificação e auxílio nas análises das sequências de DNA obtidas. Sem a participação desses coautores, este capítulo da dissertação não teria sido possível.

Aos pesquisadores Dr. Albane Vilarino, Dr. Gleison Desidério, Dr. Patrik Barcelos Silva, Dra. Ana Dária Leite Viana e Dra. Juliana Batista Alvim, pelas parcerias, pelo desenvolvimento conjunto de trabalhos, artigos e manuscritos que enriquecem o meu conhecimento teórico e técnico, aprendizados que foram fortuitamente utilizados na elaboração deste trabalho.

Aos membros da equipe do Museu de Entomologia da UFV, pelas inúmeras contribuições e ajudas pontuais no desenvolvimento deste trabalho, e principalmente pelo convívio agradável do dia a dia, pelas conversas descontraídas que tornam o laboratório não só um ambiente de trabalho mas também de amizade, pelos momentos especiais e pelo carinho de todos.

Um agradecimento estendido à equipe do Museu de Entomologia, à técnica Dra. Verônica Saraiva Fialho, pelo papel fundamental na organização e conservação do acervo entomológico, e principalmente pelo bom convívio e amizade, e pela parceria e oportunidade de uma colaboração na pesquisa, que contribuíram para meu crescimento profissional e pessoal ao longo desta jornada.

Ao Laboratório de Sistemática e Ecologia de Insetos (LabSEI) da Universidade Federal do Espírito Santo, coordenado pela professora Dr. Tathiana Guerra Sobrinho, e a todos os membros da equipe envolvidos nas inúmeras coletas realizadas no estado do Espírito Santo, que foram imprescindíveis para a obtenção do material analisado neste trabalho.

À banca avaliadora, agradeço profundamente pela disponibilidade em analisar este trabalho com rigor e atenção. Agradeço pelo tempo dedicado, pela generosidade em compartilhar conhecimentos e pela contribuição valiosa. Seus comentários, sugestões e críticas construtivas são fundamentais para o aprimoramento da pesquisa e para o meu desenvolvimento acadêmico.

Ao professor Dr. Og DeSouza, ao técnico Dr. Júlio Cezar Mário Chaul e aos demais membros do Laboratório de Termitologia do Departamento de Entomologia da UFV, pela disponibilidade e pelo gentil empréstimo do estereomicroscópio equipado com câmera, fundamentais para a realização das análises deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia da UFV, pela excelência acadêmica e científica, pelo ambiente de aprendizado estimulante e pelo

suporte técnico que foram essenciais para a realização desta pesquisa e para minha formação como pesquisador. Agradeço também ao corpo docente e aos colegas do programa, pela troca constante de conhecimento e apoio durante toda a trajetória acadêmica.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), ao Departamento de Entomologia e ao Museu de Entomologia da UFV, pelo apoio institucional fundamental, pela infraestrutura disponibilizada, pelas excelentes condições oferecidas que viabilizaram a execução das atividades de pesquisa, formação acadêmica e desenvolvimento deste trabalho.

À CAPES – (Código de Financiamento 001, processo 88887.899774/2023-00), ao CNPq – (processos 309666/2019-8 e 408346/2023-0), à FAPEMIG e à FAPES (processo 61938408/2013), pelos apoios financeiros que viabilizaram este estudo e possibilitaram a execução das atividades de pesquisa, pelo financiamentos dos projetos de pesquisa que subsidiaram o desenvolvimento deste trabalho.

Aos projetos de pesquisa APQ-00674-21 – Insetos Aquáticos de Minas Gerais: Uma Proposta para Gerar, Integrar e Divulgar o Conhecimento Sobre a Sua Diversidade, APQ-01591-23 – Taxonomia Integrativa de *Massartella Lestage* (Ephemeroptera, Leptophlebiidae), APQ-05461-18 – Impactos do Rompimento da Barragem ‘Fundão’ Sobre a Biota Aquática e Estrutura de Seus Habitats e FAPES 61938408/2013 – Diversidade e Taxonomia de Insetos Aquáticos na Porção Capixaba da Bacia do Rio Doce, pelo suporte fundamental ao desenvolvimento deste trabalho.

Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), ao Instituto Estadual de Florestas (IEF), às Reservas Biológicas, aos Parques Nacionais e Estaduais e às equipes dos Parques envolvidos, pela proteção e conservação das áreas naturais, pelo apoio logístico, pela autorização das atividades de coleta e pela contribuição essencial para a execução do trabalho de campo.

Este trabalho foi realizado com o apoio das seguintes agências de pesquisa brasileiras: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

RESUMO

BONFÁ-NETO, Pedro, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2025. ***Nectopsyche* Müller, 1879 (Trichoptera, Leptoceridae): uma nova perspectiva sobre a taxonomia do gênero a partir de uma abordagem integrativa.** Orientador: Frederico Falcao Salles.

Este estudo apresenta uma abordagem taxonômica integrativa para o gênero *Nectopsyche*, um grupo de insetos aquáticos pertencentes à família Leptoceridae, da ordem Trichoptera. Apesar de sua ampla distribuição e relevância ecológica, o conhecimento sobre o gênero ainda apresenta diversas lacunas, entre as quais se destacam o desconhecimento quanto à identidade taxonômica das espécies, à sua distribuição geográfica e aos estágios de vida. Este trabalho teve como objetivo principal contribuir para o preenchimento desses déficits, por meio da análise de espécimes coletados na bacia do Rio Doce e regiões próximas à bacia. O estudo está dividido em três capítulos com abordagens da taxonomia integrativa: o primeiro aborda associação e delimitação de espécies com DNA barcode; o segundo aplica a morfometria geométrica na delimitação de espécies; e o terceiro analisa de forma abrangente a morfologia externa dos adultos. Como principais resultados, foi possível associar o adulto fêmea e a larva ao adulto macho de *N. fuscomaculata*, e as novas formas conhecidas foram descritas e ilustradas. As análises morfométricas das asas anteriores mostraram-se suficientes para reconhecer as espécies de forma satisfatória, além de revelar padrões alométricos e uma possível aplicação à regra de Bergmann. As análises morfológicas levaram à identificação de 25 espécies distintas, das quais 13 são potencialmente novas, e a descobertas de um conjunto robusto de novos caracteres diagnósticos complementares aos padrões de coloração das cerdas e da morfologia da genitália. O estudo amplia significativamente o conhecimento taxonômico do gênero *Nectopsyche* ao adotar uma abordagem integrativa que combina dados morfológicos, moleculares e morfométricos.

Palavras-chave: delimitação de espécies; morfometria geométrica; alometria; novas espécies; taxonomia integrativa; DNA barcode

ABSTRACT

BONFÁ-NETO, Pedro, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2025. ***Nectopsyche* Müller, 1879 (Trichoptera, Leptoceridae): a new perspective on the taxonomy of the genus through an integrative approach.** Adviser: Frederico Falcao Salles.

This study presents a regional taxonomic revision of the genus *Nectopsyche*, a group of aquatic insects belonging to the family Leptoceridae, order Trichoptera. Despite its wide distribution and ecological relevance, the knowledge about the genus still presents several gaps, notably the lack of information regarding species' taxonomic identity, geographic distribution, and life stages. The main objective of this work was to contribute to filling these gaps through the analysis of specimens collected in the Rio Doce basin and surrounding regions. The study is divided into three chapters, each applying different approaches of integrative taxonomy. The first chapter addresses species association and delimitation using DNA barcoding. The second applies geometric morphometrics to species delimitation. The third provides a comprehensive analysis of adult external morphology. Among the main results, it was possible to associate the adult female and larva with the adult male of *N. fuscomaculata*, and the newly observed forms were described and illustrated. The morphometric analyses of the forewings proved sufficient for reliably recognizing species, in addition to revealing allometric patterns and a possible application of Bergmann's rule. Morphological analyses led to the identification of 25 distinct species, 13 of which are potentially new species, as well as the discovery of a robust set of new diagnostic characters supplementing coloration patterns of setae and genital morphology. This study significantly expands the taxonomic knowledge of the genus *Nectopsyche* by adopting an integrative approach that combines morphological, molecular, and morphometric data.

Keywords: species delimitation; geometric morphometrics; allometry; new species; integrative taxonomy; DNA barcode

SUMÁRIO

I. INTRODUÇÃO GERAL.....	10
II. REFERÊNCIAS.....	14
III. CAPÍTULO I.....	19
ASSOCIAÇÃO DE SEMAFORONTES DE <i>Nectopsyche fuscomaculata</i> FLINT, 1983 (TRICHOPTERA: LEPTOCERIDAE) UTILIZANDO DNA BARCODE.....	19
RESUMO.....	19
1. INTRODUÇÃO.....	20
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
2.1. COLETA E CURADORIA.....	23
2.2. IDENTIFICAÇÃO E CONCEITO DE ESPÉCIE.....	24
2.3. OBTENÇÃO DOS DADOS MOLECULARES.....	24
2.4. ANÁLISES DAS SEQUÊNCIAS.....	25
2.5. DELIMITAÇÃO DE ESPÉCIES.....	26
2.6. FOTOGRAFIAS E ILUSTRAÇÕES.....	27
2.7. DESCRIÇÕES TAXONÔMICAS.....	27
2.8. MAPA DE DISTRIBUIÇÃO.....	27
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
3.1. DISTÂNCIAS E LIMIARES GENÉTICOS.....	28
3.2. TAXONOMIA.....	31
4. CONCLUSÕES.....	40
REFERÊNCIAS.....	42
APÊNDICES.....	48
IV. CAPÍTULO II.....	50
MORFOMETRIA GEOMÉTRICA APLICADA À TAXONOMIA DE <i>Nectopsyche</i> MÜLLER, 1879: UM ESTUDO SOBRE VARIAÇÃO MORFOLÓGICA, ALOMÉTRICA E GEOGRÁFICA.....	50
RESUMO.....	50
1. INTRODUÇÃO.....	51
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	52
2.1. MATERIAL ANALISADO.....	52
2.2. FOTOGRAFIA E DIGITALIZAÇÃO.....	53
2.3. MARCOS ANATÔMICOS.....	53
2.4. ANÁLISE PRELIMINAR.....	54
2.5. ERRO DE DIGITALIZAÇÃO.....	54
2.6. ESTATÍSTICAS DAS ANÁLISES MORFOMÉTRICAS.....	56
2.7. COMPARAÇÃO TENERAL / NÃO-TENERAL.....	57
2.8. VARIAÇÃO GEOGRÁFICA POPULACIONAL.....	58
2.9. ALOMETRIA.....	59
2.10. DELIMITAÇÃO DE ESPÉCIES E SPECIES-GROUP.....	59

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	61
3.1. ANÁLISE PRELIMINAR.....	61
3.2. ERRO DE DIGITALIZAÇÃO.....	62
3.3. COMPARAÇÃO TENERAL / NÃO-TENERAL.....	62
3.4. VARIAÇÃO GEOGRÁFICA POPULACIONAL.....	64
3.5. ANÁLISE CONJUNTA DAS ESPÉCIES.....	65
3.6. ALOMETRIA.....	69
3.7. DELIMITAÇÃO DE SPECIES-GROUP.....	72
3.8. DELIMITAÇÃO DE ESPÉCIES.....	78
4. CONCLUSÕES.....	85
REFERÊNCIAS.....	86
APÊNDICES.....	92
V. CAPÍTULO III.....	106
DELIMITAÇÃO DE ESPÉCIES EM <i>Nectopsyche</i> MÜLLER, 1879 (TRICHOPTERA: LEPTOCERIDAE): IDENTIFICAÇÃO DE CARACTERES-CHAVE E NOVAS DESCRIÇÕES.....	106
RESUMO.....	106
1. INTRODUÇÃO.....	107
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	109
2.1. MATERIAL ANALISADO E CURADORIA.....	109
2.2. IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE CARACTERES.....	109
2.3. FOTOGRAFIAS E ILUSTRAÇÕES.....	110
2.4. DESCRIÇÕES E AUTOMAÇÕES.....	110
2.5. TERMINOLOGIAS.....	111
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	113
3.1. ESTRUTURA E CARACTERES-CHAVE.....	114
3.2. TAXONOMIA.....	130
4. CONCLUSÕES.....	219
REFERÊNCIAS.....	221
VI. CONCLUSÕES GERAIS.....	224

I. INTRODUÇÃO GERAL

Trichoptera Kirby, 1813 é uma ordem de insetos holometábolos anfibióticos majoritariamente dulcícolas com ampla distribuição geográfica, com representantes em todos os continentes exceto na Antártida (Holzenthall et al., 2015). Representa a sétima maior ordem de insetos (Holzenthall et al., 2007) e a mais diversa entre os insetos primariamente aquáticos, com mais de 17.000 espécies descritas (Morse, 2024). As espécies existentes pertencentes a esta ordem são classificadas em 51 famílias, sendo Leptoceridae Leach, 1815 a segunda mais diversa, com um pouco mais de 2.200 espécies descritas (Morse et al., 2019).

Na Região Neotropical são conhecidas aproximadamente 280 espécies da família Leptoceridae (Morse et al., 2019), representadas pelos os gêneros: *Achoropsyche* Holzenthall, 1984 (1 spp.), *Amazonatolica* Holzenthall & Pes, 2004 (1 spp.), *Amphoropsyche* Holzenthall, 1985 (17 spp.), *Atanatolica* Mosely, 1936 (25 spp.), *Brachysetodes* Schmid, 1955 (10 spp.), *Grumichella* Müller, 1879 (13 spp.), *Hudsonema* Mosely, 1936 (1 spp.), *Ibyacerina* Henriques-Oliveira, Silva, Nessimian & Takiya, 2021 (1 spp.), *Mystacides* Berthold, 1827 (1 spp.), *Nectopsyche* Müller, 1879 (90 spp.), *Neoathripsodes* Holzenthall, 1989 (2 spp.), *Notalina* Mosely, 1936 (12 spp.), *Oecetis* McLachlan, 1877 (63 spp.), *Osflintia* Calor and Holzenthall, 2008 (1 spp.), *Setodes* Rambur, 1842 (1 spp.), *Triaenodes* McLachlan, 1865 (26 spp.), *Triplectides* Kolenati, 1859 (17 spp.) (Holzenthall & Calor, 2017; Henriques-Oliveira et al., 2021; Morse, 2024). Como pode ser observado, *Nectopsyche* destaca-se como o gênero mais diversificado e frequentemente o mais abundante dentro desta família na região Neotropical (Almeida & Marinoni, 2000).

Nectopsyche possui uma distribuição restrita às Américas, com o registro de 105 espécies (Assunção & Quinteiro, 2023), sendo predominantemente Neotropical (90 spp.) em relação a Neártica (10 spp.), com algumas espécies distribuídas em ambas as regiões (5 spp.) (Morse, 2024). O gênero é reconhecido principalmente pelo comportamento singular de suas larvas, que, na maioria das espécies, nadam utilizando as pernas posteriores, portadoras de fileiras de longas cerdas. E também pelo padrão marcante de coloração das cerdas e escamas presentes nas asas, tórax e cabeça dos adultos (Müller, 1879). Além dessas, as principais características diagnósticas do gênero são: o formato do esclerito lateral do segmento abdominal I das larvas, anteriormente arredondado, pouco esclerotizado, e posteriormente com extensão estreita esclerotizada ventralmente curvada; asas posteriores com as veias R e M atrofiadas; e segmento IX dos machos adultos com esterno completamente ausente (Holzenthall, 1995).

O naturalista Fritz Müller propôs o gênero *Nectopsyche* em correspondências enviadas ao seu irmão, as quais foram posteriormente publicadas (Müller, 1879). Nesta carta, Müller menciona a realização de um relatório sobre casas construídas pelas larvas de tricópteros, incluindo uma descrição sucinta do gênero, sem inclusão de espécie. Este relatório foi posteriormente publicado (Müller, 1880a; 1880b). Contudo, neste relatório de 1880, Müller designou os espécimes, que na sua carta chamava de *Nectopsyche* n. g., no gênero *Setodes* Rambur, 1842, seguindo as considerações de Robert McLachlan, que havia apontado semelhanças com o gênero proposto anteriormente. Em estudos subsequentes, no relatório de 1885 publicado anos depois (Müller, 1921), o gênero *Nectopsyche* foi considerado equivalente a *Setodes* (Müller, 1921: página 527 “*Nectopsyche* (=Setodes)”; figura 180c “Setodes=*Nectopsyche*”).

Devido a isso, durante o período de 1900–1970, algumas espécies do gênero *Nectopsyche* foram descritas sob o gênero *Setodes*, enquanto algumas outras foram descritas nos gêneros *Leptocerus* Leach, 1815, *Brethesella* Navás, 1920 e *Leptocella* Banks, 1899 (Walker, 1852; Hagen, 1861; Banks, 1901, 1904, 1905, 1913, 1914, 1920, 1924, 1938; Ulmer, 1905a, 1905b, 1907; Navás, 1913, 1916, 1917a, 1917b, 1920, 1922a, 1922b, 1922c, 1923a, 1923b, 1924a, 1924b, 1930a, 1930b, 1932, 1933; Ross, 1944; Denning, 1948; Schmid, 1949, Flint, 1968). Contudo, setenta anos após a descrição de Müller, o gênero foi restabelecido por Ulmer (1951), e posteriormente, *Leptocella* e *Brethesella* foram sinonimizados em *Nectopsyche* (Flint, 1974; 1982), e as espécies de *Nectopsyche* descritas nos gêneros *Setodes* e *Leptocerus* foram transferidas e sinonimizadas (Flint, 1982).

Uma primeira revisão sistemática para *Nectopsyche* foi realizada por Haddock (1977) para as espécies conhecidas norte-americanas. Este trabalho é uma análise robusta do gênero, com criação e descrição das larvas, casas, pupas e adultos, incluindo descrição de uma nova espécie e informações de hábitat e comportamentos. As descrições dos adultos desta revisão são baseadas na coloração das vestimentas (cerdas e escamas) do corpo e asas, as estruturas de genitália, tamanho dos olhos, distância interocular, palpo maxilares, comprimento total e coloração da cabeça, tórax e pernas.

Inúmeras contribuições foram realizadas ao gênero *Nectopsyche*, assim como a diversos outros táxons de Trichoptera, pelo pesquisador Dr. Oliver S. Flint Jr. (Flint, 1966, 1967, 1968, 1972, 1974, 1981, 1982, 1983, 1991, 1992, 1996). Esses estudos, juntamente com as investigações conduzidas por Schmid (1949), desempenharam um papel significativo na resolução, em grande parte, do problema relacionado a material tipo perdido, deteriorado ou com descrições inadequadas (Holzenthal, 1995). Além disso, em seus estudos, Oliver Flint

descreveu e/ou redescreveu muitas espécies e também propôs agrupamentos informais de espécies amplamente utilizados até os dias atuais (Holzenthal & Rios-Touma, 2018; Assunção & Quinteiro, 2023).

Os grupos de espécies são classificações não necessariamente naturais e baseadas nas semelhanças do padrão de coloração da vestimenta do corpo e asas, assim como das características gerais da genitália masculina dos adultos (Flint, 1983). A primeira divisão em grupos dentro do gênero *Nectopsyche* surgiu de forma espontânea na sinonimização proposta por Milne (1934), que reduziu as 14 espécies conhecidas na época a apenas duas: *N. albida* (Walker, 1852) e *N. pavidata* (Hagen, 1861). Uma década depois, Ross (1944) revalidou algumas dessas espécies e introduziu, pela primeira vez, a ideia de distinção em grupos dentro de *Nectopsyche*, denominando um deles como “*albida group*”. Nos anos subsequentes, Flint utilizou e propôs novos agrupamentos, como o *pavidata group* (Flint, 1967), o *candidata group* (Flint, 1968), o *gemma group* (Flint, 1981), o *bruchi group* e o *quatuorguttata group* Flint (1983). Mais recentemente, foram propostos dois agrupamentos, *acutiloba-group* e *punctata-group* (Oláh & Oláh, 2017).

Holzenthal (1995) conduziu uma segunda revisão sistemática dedicada ao gênero, com enfoque no grupo de espécies *gemma* da Região Neotropical. Este trabalho é um estudo minucioso das características genitais masculinas e do padrão das vestimentas do corpo e asas, contendo redescrições e descrições de novas espécies para o grupo de espécies. As descrições dos adultos desta revisão são baseadas quase em maioria pelas mesmas estruturas mencionadas na revisão de Haddock (1977), destacando-se pelas ilustrações com elevado grau de detalhamento.

Mais de 20 anos depois, uma abordagem diferente na determinação de espécie foi conduzida por Oláh & Oláh Jr (2017). Neste estudo, são descritas inúmeras espécies baseadas em estruturas finas da genitália masculina, uma proposta de delimitação de espécie do próprio autor e colaboradores (Oláh, et al., 2015). Baseado principalmente nos caracteres perfil sigmóide lateral da phallobase (phallicata), lobo apicomesal dos apêndices inferiores (gonópodes), processos periféricos e ápices do segmento X (paraprocto). As descrições deste trabalho destacam-se por não descreverem o padrão de cores da vestimenta e por uma diferenciação sutil das estruturas das genitálias masculinas entre as espécies.

Por fim, três trabalhos mais recentes foram realizados e incluem descrições de uma ou duas espécies (Holzenthal & Rios-Touma, 2018; Bonfá-Neto & Salles, 2023; Assunção & Quinteiro, 2023). As descrições desses trabalhos são baseadas tanto na vestimenta e na genitália masculina, como também na feminina em Holzenthal e Rios-Touma (2018) e

Bonfá-Neto e Salles (2023). O trabalho de Holzenthal e Rios-Touma (2018) contém também uma redescrição e descrição das larvas e suas casas.

Atualmente, a determinação das espécies do gênero é baseada principalmente no padrão de cores das cerdas e escamas (vestimenta) das asas anteriores, tórax e cabeça dos adultos, distância entre os olhos, tamanho dos olhos e também pelas estruturas da genitália masculina. No entanto, as cerdas e escamas são estruturas frágeis e facilmente destacáveis, sendo necessário um manuseio delicado na curadoria dos indivíduos coletados em via seca para preservar sua vestimenta intacta (Holzenthal, 1995). Além disso, a coleta regular dos adultos de tricópteros é realizada com o uso de armadilhas contendo álcool, o que danifica toda ou quase toda a vestimenta de cerdas e escamas, inviabilizando a utilização da maioria dos espécimes preservados em coleções.

As características da genitália isoladamente também podem representar um entrave taxonômico quando não analisadas cuidadosamente. As diferenças entre as espécies são sutis em alguns aspectos, e dentro de uma mesma população de uma espécie parece haver uma alta variação intraespecífica (Holzenthal, 1995). As descrições fundamentadas nas estruturas finas da genitália masculina aplicadas ao gênero *Nectopsyche* (Oláh & Oláh Jr., 2017), juntamente com o não detalhamento de outras estruturas, tornam a determinação das espécies descritas desta forma de difícil discernimento. Além disso, o reduzido número de indivíduos examinados na maioria das espécies descritas por estes autores, impede a verificação de uma eventual variação intraespecífica geralmente presente em algumas estruturas.

Portanto, no atual estado da arte sobre a taxonomia de *Nectopsyche*, é necessário fornecer uma descrição detalhada não apenas da genitália, tamanho dos olhos, distância interocular e padrão de cor da vestimenta das asas, cabeça e corpo, mas também explorar caracteres pouco investigados, como verrugas de cerdas no tórax e cabeça, venação das asas anteriores e posteriores (Sganga et al., 2022; Vilarino et al., 2024). Além da descrição e associação de outros estágios de vidas que ainda são pouco conhecidos e explorados para o gênero na região Neotropical, tanto quanto outros gêneros da ordem Trichoptera (Pes et al., 2018).

O presente estudo, apresentado em três capítulos, tem como objetivo aprimorar a taxonomia do gênero *Nectopsyche* com a investigação detalhada de exemplares encontrados na bacia do Rio Doce, umas das principais bacias hidrográficas do Sudeste do Brasil. O capítulo I aborda análises do gene mitocondrial citocromo c oxidase subunidade I (COI) e delimitação de espécies por distâncias genéticas e árvore não ultramétrica, com associação e descrição de semaforontes. O capítulo II explora a venação das asas anteriores na delimitação

de espécies utilizando as análises de morfometria geométrica. E por fim, o capítulo III identifica e descreve caracteres adicionais úteis na determinação das espécies, assim como busca descrever novas espécies utilizando os caracteres amplamente usados e os novos.

II. REFERÊNCIAS

- Almeida, G.L., Marinoni, L. (2000). Abundância e sazonalidade das espécies de Leptoceridae (Insecta, Trichoptera) capturadas com armadilha luminosa no Estado do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 17: 347–359. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752000000200005>
- Assunção, O.T, Quinteiro, F.B. (2023). Two new species and new records of the genus *Nectopsyche* Müller, 1879 (Trichoptera: Leptoceridae) from Pará state, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 67(spe):e20230049
- Banks, N. (1901). A list of neuropteroid insects from Mexico. *Transactions of the American Entomological Society* 27: 361–371.
- Banks, N. (1904). Neuropteroid insects from New Mexico. *Transactions of the American Entomological Society* 30: 97–110.
- Banks, N. (1905). Descriptions of new Nearctic neuropteroid insects. *Transactions of the American Entomological Society* 32: 1–20.
- Banks, N. (1913). Synopses and descriptions of exotic Neuroptera. *Transactions of the American Entomological Society* 39: 201–242, plates 223–226.
- Banks, N. (1914). American Trichoptera - notes and descriptions. *Canadian Entomologist* 46: 149–156, 201–204, 252–258, 261–268.
- Banks, N. (1920). New neuropteroid insects. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology* 64: 297–362.
- Banks, N. (1924). Descriptions of new neuropteroid insects. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College* 65: 421–455, plates 421–424.
- Banks, N. (1938). New West Indian neuropteroid insects. *Revista de Entomologia* 9: 285–304.
- Bonfá-Neto, P. & Salles, F.F. (2023). A new species of *Nectopsyche* Müller, 1879 (Trichoptera: Leptoceridae) and notes on the adults of *Nectopsyche splendida* (Navás, 1917). *Revista Brasileira de Entomologia*, 67 (1), 1–8. <https://doi.org/10.1590/1806-9665-RBENT-2022-0103>
- Denning, D.G. (1948). New and little known species of Nearctic Trichoptera. *Psyche* 55: 16–23. <https://doi.org/10.1155/1948/71426>

- Flint, Jr., O.S. (1966). Studies of Neotropical caddis flies, III: types of some species described by Ulmer and Brauer. *Proceedings of the United States National Museum* 120: 1–20, plates 21–22.
- Flint, Jr., O.S. (1967). Studies of Neotropical caddisflies, V: types of the species described by Banks and Hagen. *Proceedings of the United States National Museum* 123: 1–37, plate 31.
- Flint, Jr., O.S. (1968). The Caddisflies of Jamaica. *Bulletin of the Institute of Jamaica, Science Series* 19: 1–68.
- Flint, Jr., O.S. (1972). Studies of Neotropical caddisflies, XIV: on a collection from northern Argentina. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 85: 223–248.
- Flint, Jr., O.S. (1974). The Trichoptera of Surinam. Studies of Neotropical caddisflies, XV. *Studies on the Fauna of Suriname and other Guyanas* 14: 1–151.
- Flint, Jr., O.S. (1981). Studies of Neotropical caddisflies, XXVIII: The Trichoptera of the Río Limón Basin, Venezuela. *Smithsonian Contributions to Zoology* 330: 1–61. <https://doi.org/10.5479/si.00810282.330>
- Flint, Jr., O.S. (1982). Trichoptera of the Area Platense. *Biologia Acuatica* 2: 1–70.
- Flint, Jr., O.S. (1983). Studies of Neotropical caddisflies, XXXIII: new species from austral South America (Trichoptera). *Smithsonian Contributions to Zoology* 377: 1–100. <https://doi.org/10.5479/si.00810282.377>
- Flint, Jr., O.S. (1991). Studies of Neotropical caddisflies, XLV: The taxonomy, phenology, and faunistics of the Trichoptera of Antioquia, Colombia. *Smithsonian Contributions to Zoology* 520: 1–113. <https://doi.org/10.5479/si.00810282.520>
- Flint, Jr., O.S. (1992). Studies of Neotropical caddisflies, XLIV: on a collection from Ilha de Maraca, Brazil. *Acta Amazonica* 21 (1991): 63–83.
- Flint, Jr., O.S. (1996). Studies of Neotropical caddisflies LV: Trichoptera of Trinidad and Tobago. *Transactions of the American Entomological Society* 122: 67–113.
- Hagen, H.A. (1861). Synopsis of the Neuroptera of North America with a list of the South American species. *Smithsonian Institution Miscellaneous Collections* 4: 1–347. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.60275>
- Haddock, J.D. (1977). The biosystematics of the caddis fly genus *Nectopsyche* in North America with emphasis on the aquatic stages. *American Midland Naturalist*, 98 (2): 382–421. <https://doi.org/10.2307/2424989>
- Henriques-Oliveira, A.L., Silva, A.L.R., Nessimian, J.L., & Takiya, D.M. (2021). New long-horned caddisfly genus and species of Leptoceridae (Insecta: Trichoptera) from Brazil. *Zootaxa*, 5057(4), 530–544.
- Holzenthal, R.W. (1995). The caddisfly genus *Nectopsyche*: new gemma group species from Costa Rica and the Neotropics (Trichoptera: Leptoceridae). *J. N. Am. Benthol. Soc.* 14, 61–83. <https://doi.org/10.2307/1467725>

- Holzenthal, R.W., Blahnik, R.J., Prather, A.L., Kjer, K.M. (2007). Order Trichoptera Kirby, 1813 (Insecta), Caddisflies. *Zootaxa*, 1668: 639–698.
- Holzenthal, R.W., Thomson, R.E., Ríos-Touma, B. (2015). Order Trichoptera. In: Thorp, J., Rogers, D.C. (Eds.), *Ecology and General Biology: Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates*, Academic Press, 965–1002.
- Holzenthal, R.W. & Calor, A.R. (2017). Catalog of the Neotropical Trichoptera (Caddisflies). *ZooKeys*, 654, 1–566. <https://doi.org/10.3897/zookeys.654.9516>
- Holzenthal, R.W. & Rios-Touma, B. (2018). *Nectopsyche* of Ecuador: a new species from the high Andean páramo and redescription of *Nectopsyche spiloma* (Ross) (Trichoptera: Leptoceridae). *PeerJ* 6, e4981. <https://doi.org/10.7717/peerj.4981>
- Milne, L.J. (1934). *Studies in North American Trichoptera*, 1. Cambridge, Massachusetts, 19 pp.
- Morse JC. (Ed.) (2024). *Trichoptera World Checklist*. <https://trichopt.app.clemson.edu/welcome.php>
- Morse, J.C., Frandsen, P.B., Graf, W. & Thomas, J.A. (2019). Diversity and ecosystem services of Trichoptera. *Insects*, 10 (125), 1–28. <https://doi.org/10.3390/insects10050125>
- Müller, F. (1879). Über Phryganiden. Aus einem Briefen desselben an seinen Bruder Hermann Müller. *Zoologischer Anzeiger*. 2(18-45), 38-40.
- Müller, F. (1880a). Sobre as casas construídas pelas larvas de insectos Trichopteros da Província de Santa Catharina. *Archivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro* 3 (1878): 99–134, 209–214.
- Müller, F. (1880b). Über die von den Trichopterenlarven der provinz Santa Catharina verfertigten Gehäuse. *Zeitschrift für Wissenschaftliche Zoologie* 35 (1878): 47–87, plates 44–45.
- Müller, F. (1921). Briefe un noch nicht veröffentlichte Abhandlungen aus dem nachlass 1854–1897. In: Möller A (Ed) *Fritz Müller: Werke, Briefe und Leben*, 2. G. Fischer, Jena, 383–642.
- Navás, L. (1913). Névroptères. Mission du Service Geographique de l'Armee pur la mesure d'un arc de meridiem equatorial en Amerique de Sud (1899–1910) vol 10. Gauthier-Villars, Paris, 69–77.
- Navás, L. (1916). *Neuroptera Nova Americana*. Series I, II. *Memorie della Pontificia Accademia Romana dei Nuovi Lincei* 2: 59–80.
- Navás, L. (1917a). Neurópteros nuevas o poco conocidos (novena serie). *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, Tercera Epoca* 13: 393–406.
- Navás, L. (1917b). *Insecta nova*. *Memorie della Pontificia Accademia Romana dei Nuovi Lincei, Serie II* 3: 1–22.
- Navás, L. (1920). *Insectos Sudamericanos* (1a, 2a y 3a serie). *Anales de la Sociedad Científica Argentina* 90: 33–72.

- Navás, L. (1922a). Insectos nuevos o poco conocidos. Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, Tercera Epoca 17: 383–400.
- Navás, L. (1922b). Insectos Sudamericanos. Cuarte Serie (1). Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid, 2a Serie 19: 255–267.
- Navás, L. (1922c). Insectos exóticos. Brotéria, Série Zoológica 20: 49–63.
- Navás, L. (1923a). Estudiis sobre Neuròpters (Insectes). Arxius de l’Institut de Ciències 7: 179–203.
- Navás, L. (1923b). Insecta Nova, Series VIII, IX, X. Memorie della Pontificia Accademia Romana dei Nuovi Lincei, Serie II 6: 1–27.
- Navás, L. (1924a). Quelques insectos de l’Amérique Méridionale. Annales de la Société Scientifique de Bruxelles, Documents et Comptes Rendus 43: 249–254.
- Navás, L. (1924b). Insectos de la América Central. Brotéria, Série Zoológica 21: 55–86.
- Navás, L. (1930a). Insectos Neotrópicos, 6a serie (1). Revista Chilena de Historia Natural 34: 62–75, 229–307.
- Navás, L. (1930b). Algunos insectos de Chile, serie 4a (1). Revista Chilena de Historia Natural 34: 350–366.
- Navás, L. (1932). Insectos suramericanos, Quinta Serie. Revista de la Academia de Ciencias de Madrid 29: 53–66.
- Navás, L. (1933). Insectos de la Argentina. Revista de la Academia de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales de Zaragoza 16: 87–120.
- Oláh, J., Oláh Jr., J., (2017). Fine phenomics applied to the Nectopsyche genus (Trichoptera) Species delineation by speciation traits. Opusc. Zool. Budap. 48 (2), 117-184. <https://doi.org/10.18348/opzool.2017.2.117>
- Oláh, J., Chvojka, T.P., Coppa, G., Godunko, R.J., Lodovici, O., Majecka, K., Majecki, J., Szczeny, B., Urbanic, G. & Valle, M. (2015). Limnephilid taxa revised by speciation traits: Rhadicoleptus, Isogamus, Melampophylax genera, Chaetopteryx rugulosa, Psilopteryx psorosa species groups, Drusus bolivari, Annitella kosciuszkii species complexes (Trichoptera, Limnephilidae). Opuscula Zoologica, Budapest, 46(1): 3–117. <https://doi.org/10.18348/opzool.2015.1.3>
- Pes, A.M.O., Holzenthal, R.W., Sganga, J.V., Santos, A.P.M., Barcelos-Silva, P., Camargos, L.M. (2018). Order Trichoptera. In: Hamada, N., Thorp, J.H., Rogers, D.C. (Eds) Keys to Neotropical Hexapoda, Thorp and Covich’s Freshwater Invertebrates. Academic Press, Elsevier, London, vol. 3, 237–324.
- Ross, H.H. (1944). The caddisflies, or Trichoptera, of Illinois. Bulletin of the Illinois Natural History Survey 23: 1–326.
- Schmid, F. (1949). Les Trichoptères de la collection Navás. Eos 25 (1950): 305–426.
- Sganga, J.V., Sganga D.E., Iglesias M.S. (2022). Review and redescription of species in the brasiliiana group of *Smicridea* (Rhyacophylax) (Trichoptera, Hydropsychidae,

- Smicrideinae): exploration of the utility of geometric morphometrics as a method for delimitation and characterization of species in the genus. In: Pauls SU, Thomson R, Rázuri-Gonzales E (Eds) Special Issue in Honor of Ralph W. Holzenthal for a Lifelong Contribution to Trichoptera Systematics. *ZooKeys* 1111: 389–412. <https://doi.org/10.3897/zookeys.1111.80961>
- Ulmer, G. (1905a). Zur Kenntniss aussereuropäischer Trichopteren. (Neue Trichoptern des Hamburger und Stettiner Museums und des Zoologischen Instituts in Halle, nebst Beschreibungen einiger Typen Kolenati's und Burmeister's.). *Stettiner Entomologische Zeitung* 66: 1–119.
- Ulmer, G. (1905b). Neue und wenig bekannte aussereuropäische Trichopteren, hauptsächlich aus dem Wiener Museum. *Annalen des Kaiserlich-Königlichen Naturhistorischen Hofmuseums Wien* 20: 59–98.
- Ulmer, G. (1907). Neue Trichopteren. *Notes from the Leyden Museum* 29: 1–53.
- Ulmer, G. (1951). Köcherfliegen (Trichopteren) von den Sunda-Inseln. Teil I. *Archiv für Hydrobiologie* 19 (Supplement): 1–528.
- Vilarino, A., Sganga, J.V., & Bispo, P.C. (2024). The utility of forewing geometric morphometrics for species discrimination in the caddisfly genus *Xiphocentron* (Trichoptera: Xiphocentronidae), with the description of six new species. *Zoologischer Anzeiger* 309: 37–54. <https://doi.org/10.1016/j.jcz.2024.01.002>
- Walker, F. (1852) Catalogue of the specimens of Neuropterous Insects in the collection of the British Museum, Part I: Phryganides-Perlides. British Museum, London, 192 pp.

III. CAPÍTULO I

ASSOCIAÇÃO DE SEMAFORONTES DE *Nectopsyche fuscomaculata* FLINT, 1983 (TRICHOPTERA: LEPTOCERIDAE) UTILIZANDO DNA *BARCODE*

RESUMO

Os semaforontes são as entidades portadoras de caracteres dos indivíduos em diferentes períodos ao longo do tempo, essenciais para a compreensão das espécies em várias áreas biológicas. No gênero *Nectopsyche*, da ordem Trichoptera, o déficit de conhecimento sobre os semaforontes é significativo, especialmente na América do Sul. Historicamente, as descrições se concentram principalmente nos adultos machos, com as descrições das larvas, pupas e adulto fêmea ocorrendo em estudos pontuais. Este estudo aborda essa lacuna ao associar adultos e larvas do gênero *Nectopsyche*, utilizando sequências do gene mitocondrial COI. A pesquisa foi conduzida na bacia hidrográfica do Rio Doce, sudeste do Brasil, onde espécimes foram coletados e analisados. As sequências de DNA obtidas foram comparadas com dados do GenBank, analisadas por métodos baseados em árvores de máxima verossimilhança e *Neighbor-Joining*, e realizadas análises de delimitação de espécies. Os resultados mostram que as espécies foram recuperadas com altos valores de suporte, com um *Barcode Gap* de 7% entre as espécies. Os métodos de delineamento de espécies indicaram a presença de possíveis espécies crípticas em *Nectopsyche fuscomaculata*. Foi estabelecida a associação entre os semaforontes adulto fêmea e larva com o adulto macho de *N. fuscomaculata*. Os novos semaforontes conhecidos, a fêmea e a larva, da espécie foram descritos e ilustrados. Este estudo não só amplia o conhecimento sobre a diversidade biológica do gênero, mas também destaca a importância de estudos taxonômicos com abordagens integrativas.

Palavras-chave: taxonomia integrativa, espécies crípticas, discriminação de espécies, COI.

1. INTRODUÇÃO

Os semaforontes são as entidades portadoras de caracteres dos indivíduos em diferentes períodos ao longo do tempo, um conceito estabelecido por Hennig em 1966 (tradução de Hennig, 1950). Nos insetos, os semaforontes incluem todas as fases do desenvolvimento ontogenético, o dimorfismo sexual e, no caso de insetos sociais, as diferentes castas. Conhecer os semaforontes das espécies é crucial em diversas áreas da biologia, como nas reconstruções filogenéticas, nos estudos das estruturas morfológicas e suas funções, e nas interações ecológicas com o ambiente e outros organismos. Essas questões são discutidas em um estudo que explora a lacuna de conhecimento sobre os semaforontes, conhecido como déficit Haeckeliano (Faria et al., 2021).

Um exemplo da importância de conhecer os semaforontes pode ser encontrado na ordem Trichoptera. A ordem, em especial, destaca-se pelos diferentes níveis de sensibilidade ou tolerância aos estresses ambientais entre as diferentes espécies as torna valiosas como indicadores biológicos para o monitoramento desses ecossistemas aquáticos continentais (Lenat, 1993). No entanto, a fase larval, amplamente utilizada como bioindicadores, não é conhecida para a maioria das espécies da ordem. Um dos muitos gêneros da ordem que possuem um grande déficit Haeckeliano é *Nectopsyche* Müller, 1879. Este gênero possui uma distribuição restrita às Américas, sendo o mais diversificado e frequentemente o mais abundante dentro da família Leptoceridae na região Neotropical (Almeida & Marinoni, 2000).

A história do conhecimento de outros semaforontes além do macho adulto para o gênero começa em sua origem. *Nectopsyche* foi proposto principalmente pelo comportamento natatório da larva, que utiliza longas fileiras de cerdas nas pernas posteriores para propulsão. O abrigo da larva também é descrito, Fritz Müller menciona a construção do abrigo tubular formado por pequenos fragmentos de plantas aquáticas “*Callitriche*” (Müller, 1879). Outro tipo de abrigo para o gênero foi mencionado por Müller em 1880, em que os abrigos são formados por grãos de areias finas, sendo designados à espécie atualmente conhecida como *Nectopsyche gemma* (Müller, 1880).

Antes do gênero ser proposto, as fases adultas já eram conhecidas por espécies atribuídas a outros gêneros, como *Leptocerus* por Walker em 1852, *Mystacides* por Kolenati em 1859 e *Setodes* por Hagen em 1861. No entanto, suas descrições foram baseadas meramente na coloração do corpo, asas e da sua vestimenta, sendo as espécies re-descritas posteriormente. As primeiras descrições das estruturas genitais de *Nectopsyche* são apresentadas anos depois por Banks, 1901 para o macho e por Ulmer, 1905 para a fêmea. As

larvas, cujo comportamento e abrigos foram descritos inicialmente por Fritz Müller, no entanto, tiveram sua morfologia descritas pela primeira vez por Vorhies em 1909.

Vários estudos contribuíram com a taxonomia e descrição dos semaforontes de *Nectopsyche* ao longo dos anos. Elkins (1936) descreveu a larva, abrigo larval e pupal, e habitat dos espécimes de uma espécie norte-americana. Betten e Mosely (1940) re-descreveram e ilustraram os tipos depositados por Francis Walker. Esse estudo apresentou descrições detalhadas das estruturas genitais dos machos e das fêmeas, sendo o primeiro a ilustrar os escleritos vaginais internos. Ross (1944) fez uma contribuição significativa na descrição dos estágios larvais. Ele descreveu cinco larvas de *Nectopsyche*, algumas com longas cerdas natatórias nas pernas posteriores e outras sem, incluindo descrições detalhadas dos abrigos, vestimentas dos adultos e uma breve descrição da genitália das fêmeas. Além disso, Ross inaugurou o uso de grupos informais de espécies para o gênero, com a menção do grupo *albida*.

Estudos subsequentes continuaram a expandir o conhecimento sobre os semaforontes das espécies de *Nectopsyche*. Flint (1968) realizou a descrição de uma nova espécie, incluindo macho, fêmea e larva, e re-descreveu uma espécie com base em exemplares machos e fêmeas. Haddock (1977a) explorou a morfologia das larvas e seu comportamento no delineamento de espécies. Posteriormente, Haddock (1977b) realizou um estudo revisional para o gênero com ênfase nas larvas, descrevendo suas morfologias, comportamento e habitat, incluindo a descrição de uma nova espécie. Além dessas, diversas pesquisas contribuíram significativamente para o conhecimento dos semaforontes com a descrição e ilustração de fêmeas, larvas, pupas e abrigos de *Nectopsyche* (Daigle & Haddock, 1981; Botosaneanu & Flint, 1982; Harris, 1986; Botosaneanu, 1994; Holzenthal, 1995; Wiggins, 1996; Botosaneanu & Hyslop, 1998; Schmid, 1998; Glover & Floyd, 2004; Holzenthal & Rios-Touma, 2018; Bonfá-Neto & Salles, 2023).

Contudo, os estudos com descrições dos estágios de vida de *Nectopsyche* foram realizados em grande parte na região Neártica, ou na região Neotropical na América Central, resultando em um conhecimento muito limitado sobre os semaforontes da América do Sul. Atualmente, são descritas 105 espécies, das quais 90 ocorrem na região Neotropical, 10 na região Neártica e 5 apresentam distribuição panamericana (Morse, 2024). Dessas, apenas 15 espécies possuem larva, fêmea e macho descritos, sendo a maioria representada por espécies da América do Norte e Central (11 espécies), com apenas quatro distribuídas na América do Sul. Do conhecimento atual dos semaforontes de *Nectopsyche* temos: 28 espécies possuem pelo menos dois semaforontes conhecidos; 22 possuem macho e fêmea descritos; 19 possuem

adulto e larva associado; e apenas 15 possuem larva, fêmea e macho descritos (Holzenthal & Calor, 2017).

Apesar do conhecimento limitado sobre os semaforontes das espécies de *Nectopsyche* na região Neotropical, em especial na América do Sul, há informações sobre as características e morfologia das larvas e seus abrigos da região que não são associadas a nenhum adulto. Marlier (1964), em seu estudo dos Trichoptera amostrados na Amazônia, descreve e ilustra um grande número de morfotipos das larvas e diversidade de abrigos do gênero, com 16 distintas descrições, sendo o trabalho que descreve a maior diversidade morfológica de larvas de *Nectopsyche*. Roldán Pérez (1988), em seu guia de identificação de macroinvertebrados aquáticos da Antioquia, Colômbia, apresenta ilustrações detalhadas de duas larvas e de seus abrigos, uma identificada equivocadamente como *Atanatica* Mosely, 1936. Ambos os estudos, apesar de não associarem as larvas aos adultos, contribuem significativamente para o entendimento da diversidade morfológica das larvas. No entanto, a falta de associação entre larvas e adultos continua a ser um desafio importante na taxonomia do grupo.

As associações de imaturos e adultos fêmeas de *Nectopsyche* são baseados em métodos tradicionais, como a criação (Wiggins, 1996), associação indireta (Flint, 1974), metamorfótipo (Milne, 1938), ou em cópula no caso das fêmeas (Queiroz et al., 2021). Contudo, a utilização desses métodos podem ser ineficientes, não aplicáveis ou relativamente raros. Nas últimas décadas, sequências de DNA mitocondrial, especialmente um fragmento do gene conhecido como citocromo c oxidase subunidade I (COI), têm sido utilizadas em abordagens taxonômicas (Hebert et al., 2003). Este marcador, com aproximadamente 650 pares de bases (pb) em animais, é utilizado como um código de barras das espécies, sendo amplamente conhecido como DNA barcode (Hebert et al., 2003). Desde então, o DNA barcode tem facilitado o processo de associação de estágios de vida, na delimitação de espécies e na identificação de espécies crípticas (Graf et al., 2005; Zhou et al., 2007; Zhou, 2009; Ruiter et al., 2013). No entanto, essa metodologia ainda não foi aplicada na associação de semaforontes e na delimitação de espécies do gênero em estudos publicados.

Em suma, o conhecimento das espécies de *Nectopsyche* e de seus estágios de vida são extremamente necessários, não apenas para o aprofundamento taxonômico do grupo, mas também para sua utilização em estudos ecológicos, de biomonitoramento e avaliação de impactos ambientais. Portanto, este estudo amplia o conhecimento dos semaforontes do gênero *Nectopsyche*, associando adulto fêmea e larva com adulto macho por meio de sequências de COI de espécimes amostrados na bacia hidrográfica do Rio Doce. Além de explorar os limites das espécies por meio de métodos de delineamento baseados em distâncias

genéticas e baseados em árvores, com a descoberta de possíveis espécies crípticas em especiação simpátrica. Essas descobertas são particularmente cruciais, pois fornecem conhecimento de um grupo de ambientes aquáticos de uma das maiores bacias hidrográficas da região sudeste do Brasil, que historicamente é degradada pela exploração antrópica, e recentemente afetada pela maior tragédia ambiental envolvendo rejeitos de minério (Carmo *et al.*, 2017).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. COLETA E CURADORIA

Foram analisados indivíduos provenientes do Rio São José, no município de Sooretama do estado do Espírito Santo, nas proximidades da ponte sobre o rio (Figura 1). As coletas de imaturos foram realizadas com auxílio de rede D ou busca ativa manual no substrato (Pes *et al.*, 2014). Os adultos foram coletados com armadilhas luminosas do tipo Pennsylvania (Frost, 1957) ligadas ao entardecer e desligadas ao amanhecer. O material coletado foi conservado em álcool absoluto para melhor conservação do seu DNA e depositado no Museu de Entomologia da Universidade Federal de Viçosa (UFV).



Figura 1 - Rio São José, Sooretama, ES. Locais de coletas dos espécimes de *Nectopsyche*. Fotografias panorâmicas registradas por Rayner. P. Constantino em 2016.

2.2. IDENTIFICAÇÃO E CONCEITO DE ESPÉCIE

As identificações das espécies foram realizadas principalmente com base na genitália masculina dos machos armazenados em álcool, sem o padrão de coloração das cerdas do corpo e asas. Em alguns espécimes os abdômens foram destacados e realizados o processo de diafanização com KOH 10% e/ou ácido lático 85% (Blahnik & Holzenthal, 2004; Blahnik et al., 2007). Posteriormente, as genitálias foram transferidas temporariamente para uma lâmina escavada contendo gel de glicerina, e observadas sob microscópio óptico.

Os diferentes conceitos contemporâneos de espécie compartilham um ponto em comum discutido por de Queiroz (2007), que propôs um conceito unificado de espécie ao reconhecer as espécies como linhagens de metapopulações que evoluem de forma independente. Nesse conceito unificado, as propriedades dos distintos conceitos de espécie passam a ser tratadas como critérios operacionais para avaliar a separação de linhagens, podendo ser utilizados múltiplos critérios independentes (de Queiroz, 2007). Neste presente estudo, dois critérios operacionais foram utilizados para delimitar as espécies: (1) caracteres morfológicos diagnosticáveis; (2) distâncias genéticas e taxa de substituições de pares de bases do fragmento de COI.

2.3. OBTENÇÃO DOS DADOS MOLECULARES

A extração do DNA foi realizada utilizando de uma a três pernas de cada espécime. Nesta fase, a amostra foi submetida ao protocolo de extração de DNA, conforme instruções do fabricante, com o kit Promega Wizard® SV Genomic DNA Purification System, diluindo a amostra a 100µL. Posteriormente os produtos de DNA obtidos foram armazenados e conservados em freezers a -20°C.

O produto da extração foi amplificado por PCR (Polymerase Chain Reaction) apenas na região do DNA mitocondrial correspondente ao Citocromo Oxidase subunidade I (COI), utilizando os primers LCO-1490 (5'-GGT CAA CAA ATC ATA AAG ATA TTG G-3') (Forward) combinado com HCO-2198 (5'-TAA ACT TCA GGG TGA CCA AAA AAT CA-3') (Reverse) (Folmer et al., 1994).

Cada reação de PCR correspondeu a 1µL de DNA genômico adicionado a 24µL de uma solução que continha 2,5µL de Invitrogen® Buffer MgCl₂ 10x; 2,5 µL de Invitrogen® MgCl₂ 50mM; 0,3 µL de cada primer 5mM; 1 µL de Promega® DNTp 100 mM; 17,30 µL de água ultra-pura (ddH₂O); e 0,10 µL de Invitrogen® Platinum Taq DNA Polymerase. O volume final de 25µL foi submetido às seguintes condições de termociclagem: desnaturaç

inicial a 94°C por 5 minutos, 40 ciclos a 94° C por 45 segundos, 47°C por 45 segundos, 72°C por 45 segundos, e extensão final da fita a 72°C por 5 minutos. Em todas as PCRs foram utilizados, além das amostras desejadas, controles positivos e negativos a fim de checar qualidade dos produtos adicionados e possíveis contaminações.

Em seguida, os produtos de PCR passaram pelo processo de eletroforese em gel de agarose 1% para verificação de sua amplificação e qualidade. Os produtos de PCR foram purificados com ExoSapIT® for PCR Product Cleanup (Invitrogen) 1:4; no qual 10 µL de produto de PCR eram adicionados a 1 µL da solução de ExoSap já diluída (na concentração de 1:4), permanecendo por 30 minutos a uma temperatura de 37°C e 15 minutos a 80°C no termociclador. No final as amostras purificadas foram enviadas para Seoul, Coreia do Sul, e sequenciadas pela Macrogen Inc., com o primer LCO-1490 (Forward).

2.4. ANÁLISES DAS SEQUÊNCIAS

As sequências COI obtidas foram submetidas a buscas por similaridade usando a ferramenta Blast (*Basic Local Alignment search Tool* <<http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>>). Após confirmados o fragmento e o táxon, as sequências foram analisadas através do software Geneious 7.1.3 (Kearse et al., 2012), sendo verificada a existência de stop códons e picos duplos, bem como a remoção das porções iniciais e finais que apresentaram inconsistências, posteriormente exportadas no formato FASTA.

Adicionalmente, para melhor resolução das análises, 21 sequências de COI de 10 espécies disponibilizadas no banco de dados do GenBank (Tabela 1) foram analisadas juntamente com as sequências obtidas neste trabalho.

Tabela 1 - Sequências de COI utilizadas neste estudo, com respectivas informações de voucher e número de acesso do Genbank. Bibliografias das sequências: Zhou et al., 2016; Hebert et al., 2016.

Espécies	Voucher	Localidade	Genbank
<i>Nectopsyche argentata</i> Flint, 1991	RBCAD-1106	Costa Rica, Guanacaste	KX102752
<i>Nectopsyche argentata</i> Flint, 1991	BIOUG23588-H02	Costa Rica, Guanacaste	KX142680
<i>Nectopsyche candida</i> (Hagen, 1861)	BIOUG00842-A06	Canada, Ontario	KM528367
<i>Nectopsyche candida</i> (Hagen, 1861)	RBCAD-1115	United States, Minnesota	KX106720
<i>Nectopsyche fuscomaculata</i> Flint, 1983	RBCAD-2903	Brazil, São Paulo	KX140929
<i>Nectopsyche fuscomaculata</i> Flint, 1983	RBCAD-2904	Brazil, Minas Gerais	KX144625
<i>Nectopsyche fuscomaculata</i> Flint, 1983	RBCAD-2905	Brazil, Minas Gerais	KX143206
<i>Nectopsyche fuscomaculata</i> Flint, 1983	RBCAD-2906	Brazil, São Paulo	KX144804
<i>Nectopsyche muhni</i> (Navás, 1916)	RBCAD-2915	Brazil, Minas Gerais	KX143931

<i>Nectopsyche muhni</i> (Navás, 1916)	RBCAD-2916	Brazil, Minas Gerais	KX141000
<i>Nectopsyche ortizi</i> Holzenthal, 1995	RBCAD-2926	Brazil, São Paulo	KX143162
<i>Nectopsyche ortizi</i> Holzenthal, 1995	RBCAD-2928	Brazil, São Paulo	KX143321
<i>Nectopsyche punctata</i> (Ulmer, 1905)	RBCAD-1145	Bolivia, La Paz	KX105483
<i>Nectopsyche punctata</i> (Ulmer, 1905)	RBCAD-1146	Bolivia, La Paz	KX104272
<i>Nectopsyche separata</i> (Banks, 1920)	09MNKK0191	Brazil, São Paulo	HM395866
<i>Nectopsyche separata</i> (Banks, 1920)	09MNKK0192	Brazil, Minas Gerais	HM395867
<i>Nectopsyche splendida</i> (Navás, 1917)	09MNKK0193	Venezuela, Guarico	HM395868
<i>Nectopsyche splendida</i> (Navás, 1917)	09MNKK0194	Bolivia, La Paz	HM395869
<i>Oecetis iguazu</i> Flint 1983	09MNKK0207	Brazil, Minas Gerais	HM395875
<i>Smicridea discalis</i> Flint, 1972	RBCAD-2535	Brazil, Minas Gerais	KX107132
<i>Smicridea discalis</i> Flint, 1972	RBCAD-2536	Brazil, Minas Gerais	KX105834

As sequências foram alinhadas pelo Clustal W (Thompson et al., 1994) e matrizes de distância par-a-par entre as sequências foram calculadas no programa MEGA 11 (Tamura et al., 2021), segundo o modelo de evolutivo Kimura-2-parâmetros (K2P) (Kimura 1980) com exclusão em pares da informação faltante. Além disso, foi confeccionado uma árvore para uma melhor visualização das associações na forma de grupos, utilizando uma análise de Neighbor-Joining com as distâncias de K2P (Saitou & Nei, 1987). Os valores de suporte dos ramos vizinhos foi estimado com 1000 replicatas amostradas por meio de *bootstrap* não paramétricos (Felsenstein, 1985).

Uma árvore de máxima verossimilhança foi gerada utilizando o software online PhyML 3.0 (<http://www.atgc-montpellier.fr/phyml/>) (Guindon et al., 2010). O modelo evolutivo utilizado para estimar a árvore foi o TN93+R, identificado como o mais adequado para essas sequências pelo *Smart Model Selection* (SMS) (Lefort et al., 2017) com base no Critério de Informação Bayesiano (BIC) (Schwarz, 1978). Os valores de suporte dos ramos foram determinados a partir de 1000 repetições de análises de *bootstrap* não paramétricos (Felsenstein, 1985).

2.5. DELIMITAÇÃO DE ESPÉCIES

Os limites das espécies foram explorados por cinco métodos de partições baseados em um único locus, a partir das sequências de COI analisadas. Desses, três são baseados nas divergência entre as sequências, usando o alinhamento como entrada: *Assemble Species by Automatic Partitioning* (ASAP) (Puillandre et al., 2021), acessado e analisado remotamente no website (<<https://bioinfo.mnhn.fr/abi/public/asap/>>) [modelo distância = K80 TS/TV: 2.0]; *Automatic Barcoding Gap Discovery* (ABGD) (Puillandre et al., 2012), acessado e analisado remotamente no website (<<https://bioinfo.mnhn.fr/abi/public/abgd/abgdweb.html>>) [modelo

distância = K80 TS/TV: 2.0; Pmin = 0.0001; Pmax = 0.1; Steps = 10; X = 1.5; Nb bins = 20]; e uma análise de agrupamento (*clusters*) com liminar de 3% (*threshold* = 0.03) realizada utilizando a função “*tclust*” do pacote SPIDER (SPecies IDentity and Evolution in R) (Brown et al., 2012) e função no “*dist.dna*” do pacote APE (Analyses of Phylogenetics and Evolution) (Paradis et al., 2004) no programa estatístico R v.4.4.2. Os outros dois métodos de delimitação de espécies são baseados em árvores não ultramétricas de máxima verossimilhança como entrada: *Poisson Tree Process* (PTP) (Zhang et al., 2013) e *Multi-rate PTP* (mPTP) (Kapli et al., 2017) foram acessados e analisados remotamente no website (<<https://mptp.h-its.org/#/tree>>).

2.6. FOTOGRAFIAS E ILUSTRAÇÕES

As partes do corpo e as asas foram fotografadas utilizando uma câmera Leica MC170 HD acoplada a um estereomicroscópio Leica M205 A e editadas em Adobe Photoshop CC®. As genitálias foram fotografadas com uma câmera Motic Moticam A5 acoplada a um microscópio Olympus CX31; o empilhamento de foco foi realizado com o software Helicon Focus®. Essas fotografias foram utilizadas como modelos para ilustrações, que foram criadas traçando digitalmente as estruturas no Adobe Illustrator CC®.

2.7. DESCRIÇÕES TAXONÔMICAS

As descrições das espécies foram elaboradas seguindo os padrões estabelecidos nas descrições mais abrangentes e no trabalho revisional para o gênero (Holzenthal, 1995; Holzenthal & Rios-Touma, 2018). As terminologias morfológicas adotadas são baseadas no estudo de Holzenthal (1995), aplicáveis tanto aos estágios adultos quanto aos estágios imaturos.

2.8. MAPA DE DISTRIBUIÇÃO

O mapa de distribuição foi criado no software QGIS Firenze ver. 3.28, utilizando camadas vetoriais no formato shapefile do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e dados raster do *Natural Earth*. As camadas dos Ecossistemas Terrestres do Mundo utilizadas no mapa estão disponíveis no *World Wildlife Fund* (WWF) (Olson et al., 2001). Os registros de distribuição mostrados neste mapa foram obtidos a partir do material examinado neste estudo, dados disponíveis no *Barcode of Life Data System* (BOLDSYSTEMS), e registros da literatura publicada (Flint, 1983; Flint, 1992; Almeida & Marinoni, 2000; Blahnik

et al., 2004; Dumas et al., 2009; Dumas & Nessimian, 2012; Souza et al., 2013; Dias et al., 2015; Henriques-Oliveira et al., 2019; Henriques-Oliveira et al., 2020; Santos et al., 2022; Bonfá-Neto et al., 2023). Informações adicionais dos registros de distribuição estão disponíveis como material suplementar (Apêndice A1).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total, foram obtidas boas sequências do fragmento de COI de 11 espécimes, abrangendo duas espécies de *Nectopsyche* e uma de *Oecetis*, todas com aproximadamente 580 pb (Tabela 2) (Apêndice B1). Dentre essas, sete são de machos, três de fêmeas e uma de larva. Juntamente com as 21 sequências acessadas no banco de dados do GenBank (Tabela 1), foram analisadas um total de 32 sequências de COI de 11 espécies, duas delas como grupo externo.

Tabela 2 - Espécies com fragmento de COI sequenciadas neste estudo, com respectivas informações de número tombo, localidade, fase de vida e sexo.

Espécies	Nº Tombo	Localidade	Semaforonte	Sexo
<i>Nectopsyche fuscomaculata</i> Flint, 1983	CZNC TR1618	Brasil, Espírito Santo	Adulto	Macho
<i>Nectopsyche fuscomaculata</i> Flint, 1983	CZNC TR1619	Brasil, Espírito Santo	Adulto	Macho
<i>Nectopsyche fuscomaculata</i> Flint, 1983	CZNC TR1620	Brasil, Espírito Santo	Adulto	Fêmea
<i>Nectopsyche fuscomaculata</i> Flint, 1983	CZNC TR1621	Brasil, Espírito Santo	Adulto	Fêmea
<i>Nectopsyche fuscomaculata</i> Flint, 1983	CZNC TR1622	Brasil, Espírito Santo	Adulto	Macho
<i>Nectopsyche fuscomaculata</i> Flint, 1983	CZNC TR1623	Brasil, Espírito Santo	Adulto	Macho
<i>Nectopsyche fuscomaculata</i> Flint, 1983	CZNC TR1631	Brasil, Espírito Santo	Larva	
<i>Nectopsyche</i> sp. 12	CZNC TR1635	Brasil, Espírito Santo	Adulto	Macho
<i>Nectopsyche</i> sp. 12	CZNC TR1636	Brasil, Espírito Santo	Adulto	Macho
<i>Nectopsyche</i> sp. 12	CZNC TR1638	Brasil, Espírito Santo	Adulto	Macho
<i>Oecetis iguazu</i> Flint 1983	CZNC TR1641	Brasil, Espírito Santo	Adulto	Fêmea

3.1. DISTÂNCIAS E LIMIARES GENÉTICOS

A árvore de *Neighbor-joining* gerada apresentou altos valores de suporte de bootstrap (100%) para todas as espécies (Figura 2). Os valores de distâncias genéticas de K2P variaram para as sequências de grupo externo de 22,9% à 18,5% para *Oecetis iguazu* e de 34,3% à 28,5% para *Smicridea discalis*. Dentro do gênero *Nectopsyche*, distâncias intraespecíficas máximas de 4,3% e interespecíficas mínimas de 11,3% (Tabela 3).

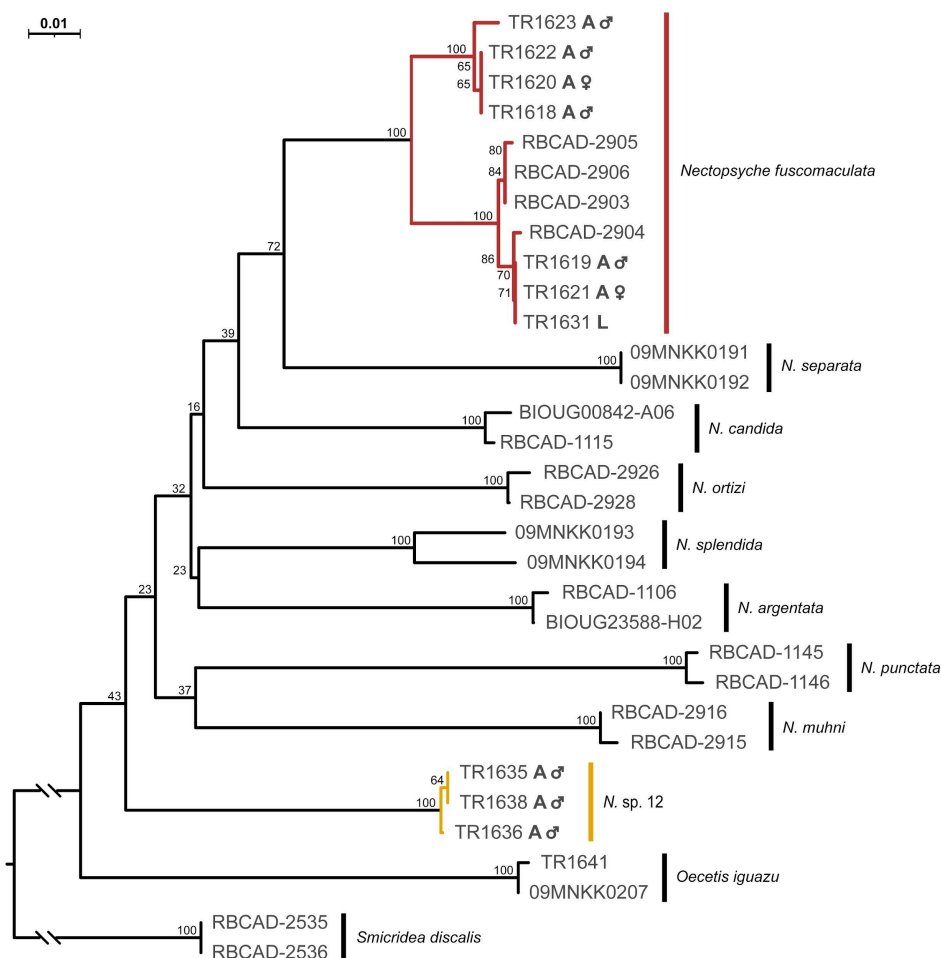


Figura 2 - Árvore de *Neighbor-joining* de seqüências COI das espécies de *Nectopsyche* e grupo externo baseado nas distâncias de K2P. Coloração das linhas: pretas = ramos das espécies do Genbank; coloridas = ramos espécies extraídas. Valores de suporte de bootstrap acima dos ramos.

Tabela 3 - Distâncias intraespecíficas e interespecíficas de K2P de seqüências de COI entre as espécies analisadas de *Nectopsyche*. Abreviações: máx. = máxima; mín. = mínima; dist. = distância; intraespec. = intraespecífica; interespec. = interespecífica.

Espécies	Número de seqüências	Máx. dist. intraespec.	Mín. dist. intraespec.	Máx. dist. interespec.	Mín. dist. interespec.
<i>Nectopsyche</i> sp. 12	3	0,002	0,000	0,204	0,150
<i>Nectopsyche argentata</i> Flint, 1991	2	0,003	0,003	0,214	0,118
<i>Nectopsyche candida</i> (Hagen, 1861)	2	0,008	0,008	0,223	0,113
<i>Nectopsyche fuscomaculata</i> Flint, 1983	11	0,043	0,000	0,212	0,113
<i>Nectopsyche muhni</i> (Navás, 1916)	2	0,000	0,000	0,215	0,164
<i>Nectopsyche ortizi</i> Holzenthal, 1995	2	0,005	0,005	0,202	0,129
<i>Nectopsyche punctata</i> (Ulmer, 1905)	2	0,006	0,006	0,223	0,187
<i>Nectopsyche separata</i> (Banks, 1920)	2	0,000	0,000	0,209	0,117
<i>Nectopsyche splendida</i> (Navás, 1917)	2	0,043	0,043	0,202	0,128

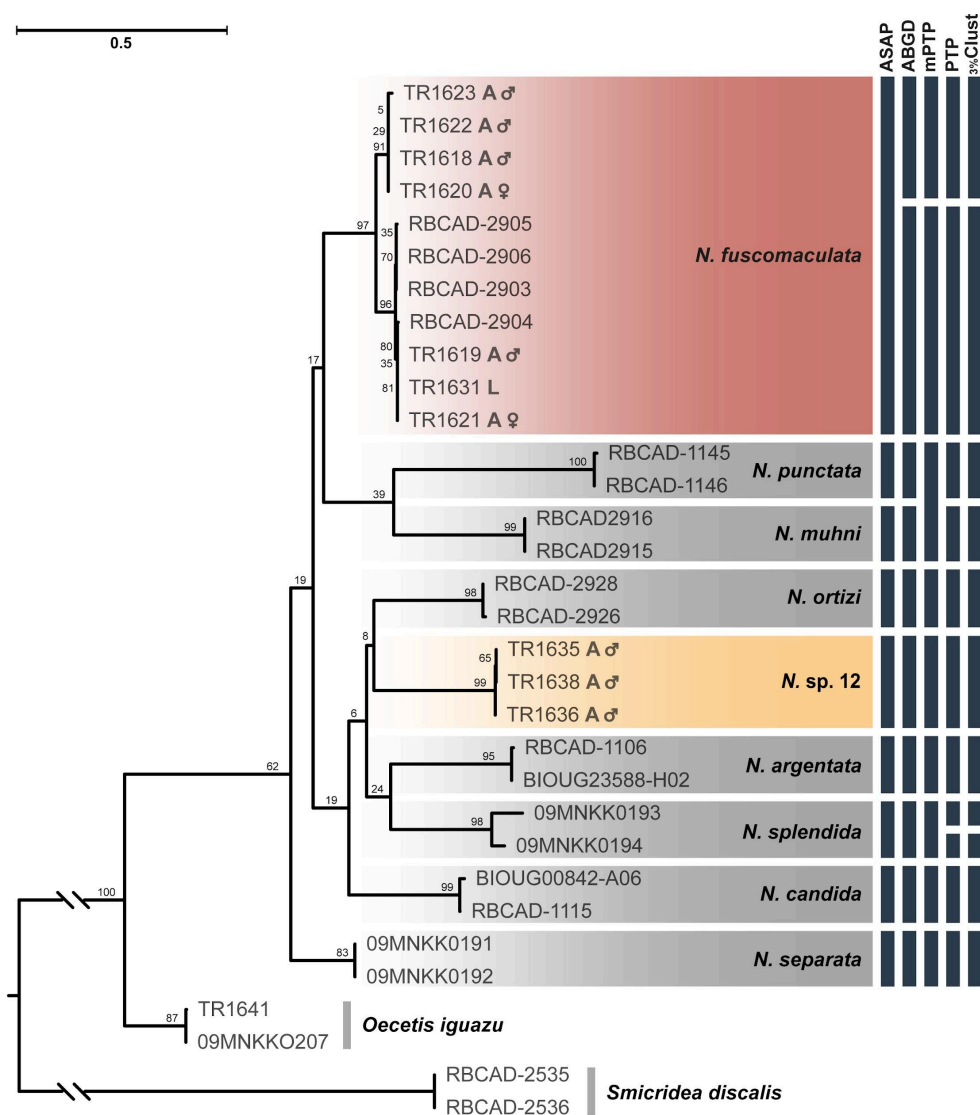


Figura 3 - Árvore de máxima verossimilhança de sequências COI. Valor de suporte de bootstrap acima dos ramos. Barras azuis resultados dos testes de delimitação de espécies.

A análise ASAP corroborou a identificação prévia das 11 espécies. No entanto, outras análises de delimitação de espécies sugeriram uma maior diversidade ou diferentes arranjos taxonômicos. A análise ABGD indicou a existência de 12 espécies, subdividindo *Nectopsyche fuscomaculata* em duas. A análise mPTP, por sua vez, confirmou 11 espécies, mas dividiu *N. fuscomaculata* em duas e uniu *N. punctata* e *N. muhni* em uma única espécie. As análises PTP e 3% Cluster revelaram um total de 13 espécies, subdividindo tanto *N. fuscomaculata* quanto *N. splendida* em duas espécies distintas. A maioria das análises de delimitação de espécies retornaram todas as espécies como previamente identificado, com exceção de *Nectopsyche fuscomaculata*, que é fortemente sugerido como duas espécies por quase todas as análises (Figura 3).

As sequências dos espécimes TR1619, TR1621 e TR1631 examinadas neste estudo mostram uma maior proximidade com as sequências acessadas no GenBank (K2P = 0,8–0,0%) do que as sequências dos espécimes TR1618, TR1620, TR1622 e TR1623 (K2P = 0,7–0,0%). Esses dois subgrupos de *Nectopsyche fuscomaculata* apresentam uma distância genética de K2P de 4,3–3,7% (Figura 2). Tal divergência pode indicar a presença de espécies crípticas, uma vez que não há diferenças morfológicas discerníveis que sustentem a distinção entre os dois grupos.

No entanto, as análises realizadas no presente estudo não permitem confirmar com certeza a existência de espécies crípticas em *N. fuscomaculata*. Para isso, seria necessária uma delimitação mais robusta, integrando dados de outros marcadores moleculares, uma análise morfológica detalhada e, se possível, informações ecológicas e comportamentais.

Contudo, foi estabelecida uma associação clara entre a larva (TR1631) e da fêmea (TR1621) com o macho (TR1619) e com as sequências de *Nectopsyche fuscomaculata* pertencentes ao GenBank (Figuras 2 e 3). Os valores de suporte para essas associações são notavelmente altos, alcançando 100% na árvore de *Neighbor-joining* e 96% na árvore de máxima verossimilhança.

3.2. TAXONOMIA

LEPTOCERIDAE Leach, 1815

Nectopsyche fuscomaculata Flint, 1983

(Figuras 4–8)

Holotype: Macho (1♂); Localidade: Argentina, Pcia. Misiones, Arroyo Liso, 8 km W General Güemes; Depositado: National Museum of Natural History, Washington (NMNH), DC, USA.

Nectopsyche fuscomaculata Flint, 1983: 73, fig. 254, 341 [descrição]; Almeida & Marinoni, 2000: 349 [distribuição; biologia]; Blahník et al., 2004: 5 [distribuição]; Paprocki et al., 2004: 12 [checklist]; Dumas et al., 2009: 368 [distribuição]; Calor, 2011: 322 [checklist]; Dumas & Nessimian, 2012: 16 [distribuição]; Souza et al., 2013: 6 [distribuição]; Paprocki & França, 2014: 58 [checklist]; Dias et al., 2015: 376 [distribuição]; Holzenthal & Calor, 2017: 324 [catálogo]; Henriques-Oliveira et al., 2019: 285 [distribuição]; Henriques-Oliveira et al., 2020: 44 [distribuição]; Santos et al., 2022: 520 [distribuição]; Bonfá-Neto et al., 2023: 316 [distribuição]; Sganga et al., 2025: 9 [distribuição].

Material examinado. Brasil, Espírito Santo, Sooretama, Rio São José, 19°07'33.1"S 40°14'26.1"W, el. 24m, 10.ix.2014, pennsylvania, 1♂ [**em álcool**], R.P. Constantino col., (CZNC TR1619); mesma anterior, exceto 30.v.2011, 1♀ [**em álcool**], (CZNC TR1621); mesma anterior, exceto 23.iv.2015, 1 Larva [**em álcool**], (CZNC TR1631); mesma anterior, exceto 13.i.2015, 1♂ [**em álcool**], (CZNC TR1618); mesma anterior, exceto 16.ii.2016, 1♀ [**em álcool**], (CZNC TR1620); mesma anterior, exceto 16.ii.2016, 1♂ [**em álcool**], (CZNC TR1622); mesma anterior, exceto 13.i.2015, 1♂ [**em álcool**], (CZNC TR1623).

Descrição. Adulto. Fêmea (em álcool). Comprimento asa anterior 7.1–7.4 mm (n = 2). Cabeça amarelada (Figura 4A), antena amarelada (Figuras 4A, 4B), palpos maxilares e labiais amarelados (Figura 4B). Olhos compostos, largura aproximadamente 0.3 vezes a distância interocular em vista dorsal. Tórax amarelado a castanho claro: protórax amarelado (Figuras 4A, 4B); mesotórax com escuto amarelado a castanho claro com 12 pares de verrugas de cerdas dispostas longitudinalmente, escutelo amarelado com dois pares de verrugas de cerdas (Figura 4A); metatórax amarelado a castanho claro (Figura 4A). Pernas amareladas, fórmula esporão tibial 0-2-2 (Figura 4B). Asa anterior sem manchas escuras na membrana; área entre veis Sc e R2 levemente espessada como pterostigma; forquilha I e V presentes; comprimento da célula discoidal 0.8 vezes menor do que célula tiridial (Figura 4C). Asa posterior sem manchas na membrana; veias radiais e medianas atrofiadas; forquilha V presentes (Figura 4C). **Genitalia feminina.** Segmento abdominal IX trapezoidal; tergo IX com um par de acrotergitos (Figura 5C). Tergum X triangular, ápice afilado, com pequeno entalhe mesal (Figura 5B); apêndice do segmento X longo e estreito, base ligeiramente mais larga, setoso (Figuras 5B, 5C). Processo digitiforme fino, apicalmente afinado, presente na região mediolateral, com uma cerda apical e poucas cerdas basais e mesais (Figura 5C). Valva retangular, setosa, associada a um esclerito ventral longo e estreito (Figura 5C, 5A). Aparelho vaginal (complexo de escleritos da espermateca) conjunto de escritos parcialmente esclerotizados a totalmente esclerotizados conectados por membranas, com estrutura central em forma de “buraco de fechadura” em sentido longitudinal.

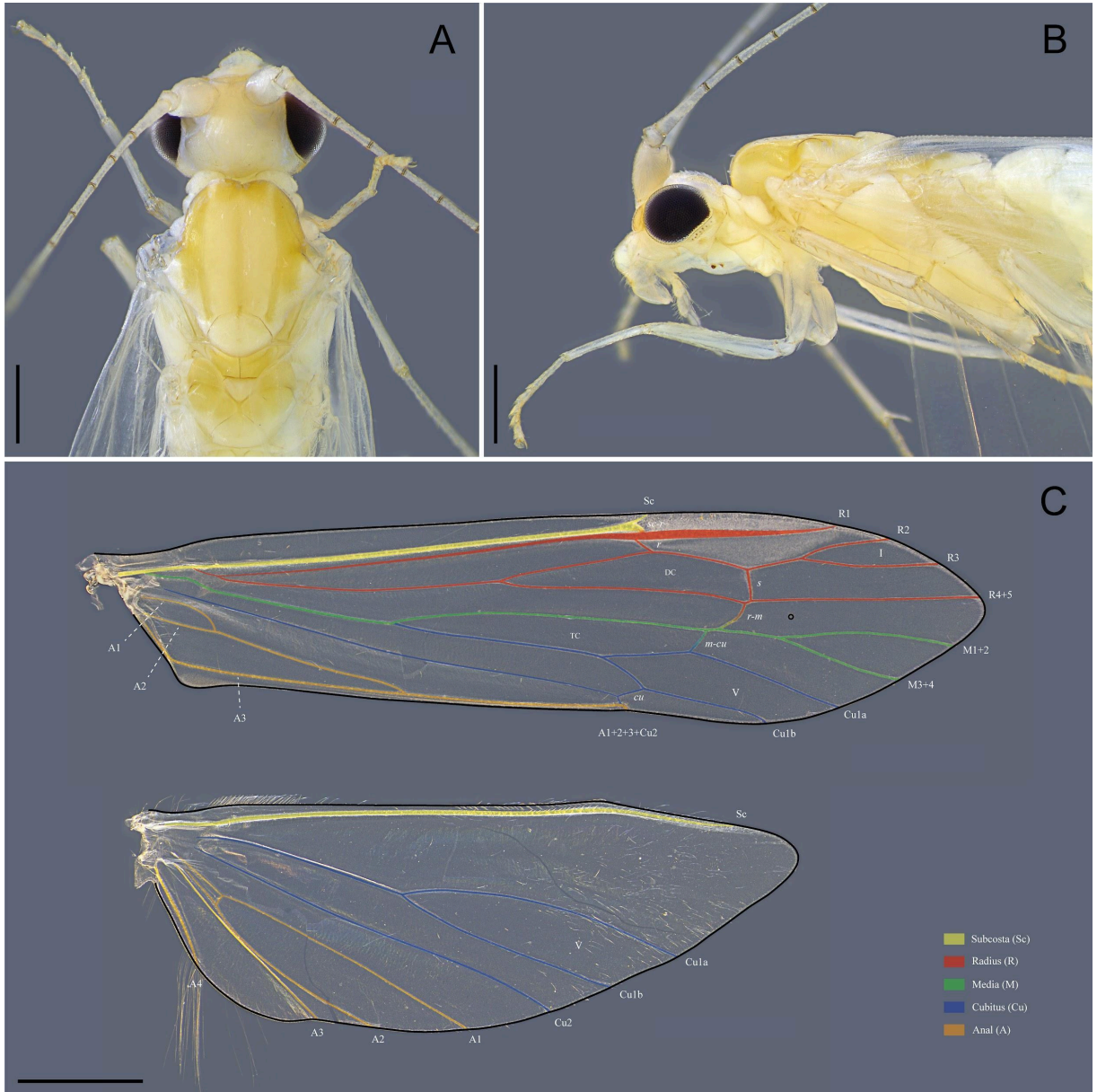


Figura 4 - *Nectopsyche fuscomaculata*, fêmea em álcool (CZNC TR1621). **A**, cabeça e tórax, dorsal; **B**, cabeça e tórax, lateral; **C**, asa anterior e posterior, dorsal. Barra de escala: A e B = 0.5 mm; C = 1.0 mm.

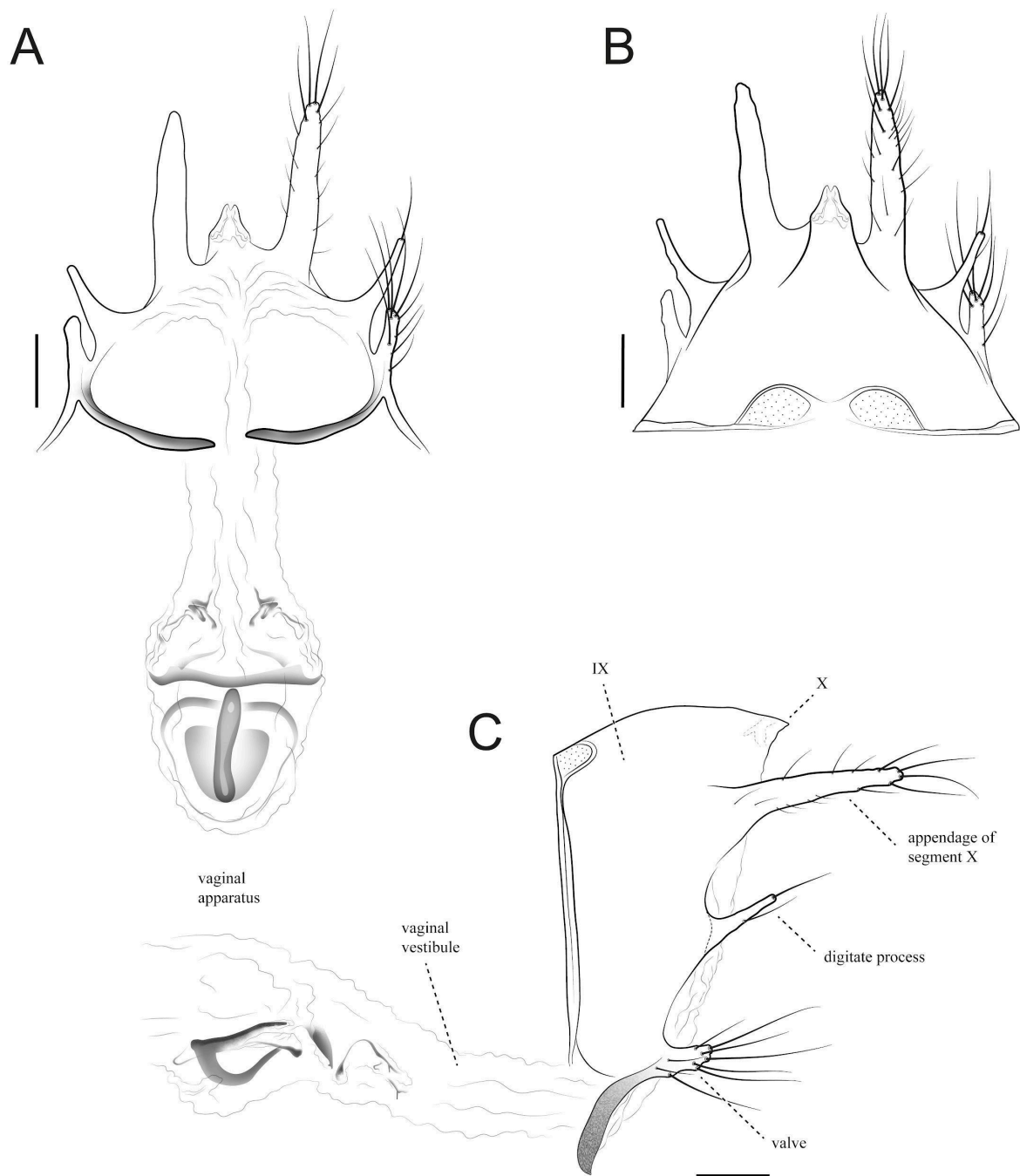


Figura 5 - *Nectopsyche fuscomaculata*, fêmea genitália (CZNC TR1621). **A**, segmento IX, X e aparato vaginal, ventral; **B**, segmento IX e X, dorsal; **C**, segmento IX, X e aparato vaginal, lateral. Barra de escala = 0.1 mm.

Larva. Comprimento corporal 7.1–9.9 mm (8.4 mm; n = 7). Padrão de cerdas da cabeça e tórax típico para o gênero (Figuras 6E, 6F, 6J) (Holzenthal, 1995). Cabeça marrom com inúmeras marcas claras de cicatrizes musculares (Figuras 6F, 6I); linha ecdisial subocular presente (Figura 6I); apótomo ventral curto e triangular (Figura 6J). Apótomo frontoclipeal: metade anterior com três pares de marcas circulares de cicatrizes musculares, primeiro par

parcialmente unido (Figuras 6E, 6F); região medial com um par de manchas claras difusas adjacentes à curva da sutura (Figuras 6E, 6F); metade posterior com três marcas de cicatrizes musculares alinhadas longitudinalmente e um par de pequenas marcas localizadas lateralmente (Figuras 6E, 6F). Região parietal: região acima da linha ecdisial subocular com 15 marcas musculares em cada lado, marcas claras de formato variado (Figuras 6F, 6I); região abaixo da linha ecdisial subocular, postgena e gena com sete a nove marcas musculares em cada lado (Figuras 6I, 6J). Tórax: pronoto marrom claro com manchas marrons mais escuras, margem anterior e posterior não crenulada ou dentada, canto anterolateral delimitado por linha ecdisial (Figura 6E); mesonoto com um par de escleritos mediais grandes, marrom claro com manchas marrons mais escuras e com mesonotal esclerito sa3 pequeno, subtriangular, marrom escuro (Figura 6E); metanoto com par de brânquia traqueais presentes (Figura 6A), esclerito sa3 pequeno, oval, pouco esclerotizado (Figura 6E); metasterno com um par de cerdas longas. Pernas longas e estreitas, tibia não subdividida (Figuras 6K, 6L, 6M); perna posterior com duas fileiras de longas cerdas no fêmur e tibia, tarso posterior com fileiras de longas cerdas dorsais e fileiras ventral de cerdas semelhantes a espinhos (Figura 6M). Abdômen: Segmento I com tubérculos dorsal e lateral presentes (Figura 6A); esclerito do tubérculo lateral com porção anterior contendo microtríquias e com extensão esclerotizada longa e estreita levemente curvada ventralmente (Figura 6D); franja lateral não visível; brânquias traqueais presentes, fórmula branquial: I-0; II-3; III-2; IV-0; V-0; VI-0; VII-0; VIII-0; IX-0 (Figura 6A). Segmento abdominal X com esclerito lateral portando cerdas robustas e longas (Figura 6B); garra anal com dois pequenos dentes acessórios (Figura 6C).

Abrigo larval. Comprimento 13.4–20.5 mm (17.0 mm; n = 7). Cilíndrico reto e cônico, afilado posteriormente, formado majoritariamente por pequenos fragmentos de gravetos finos, posicionados obliquamente e dispostos aproximadamente de maneira espiral (Figuras 6G, 6H). Frequentemente gravetos longos e mais grossos fixados aos abrigos de forma longitudinal (Figuras 7A–C). Parte dos abrigos analisados possuem os pequenos fragmentos de gravetos de coloração clara, como o abrigo da larva associada (Figuras 6G-H) e com alguns abrigos com uma predominância de pequenos minerais na região posterior (fase inicial da construção) do abrigo, desenvolvido por larvas de menores instares (Figura 7B). Outra parte dos abrigos possuem as mesmas características, no entanto, com preferência de gravetos escuros, podendo haver pequenos fragmentos de folhas (Figura 7E). Nos estágios iniciais há predominância de diatomácea do gênero *Terpsinoë* Ehrenberg, 1843 (Figuras 7F e 7G) juntamente com gravetos e alguns poucos minerais (Figuras 7D e 7E).



Figura 6 - *Nectopsyche fuscomaculata*, larva em álcool (CZNC TR1631). **A**, habitus, lateral; **B**, segmento abdominal IX e X, lateral; **C**, perna anal e gancho anal, vista posterior; **D**, protuberância lateral; **E**, cabeça e tórax, dorsal; **F**, cabeça, lateral; **G**, abrigo, lateral esquerda; **H**, abrigo, lateral direita; **I**, cabeça, lateral; **J**, cabeça, ventral; **K**, perna anterior, lateral; **L**, perna mediana, lateral; **M**, perna posterior, lateral. Barra de escala: A, G, H = 1.0 mm; E, K, L, M = 0.5 mm; B, C, D, F, I, J = 0.1 mm.

Pupa. Desconhecida.

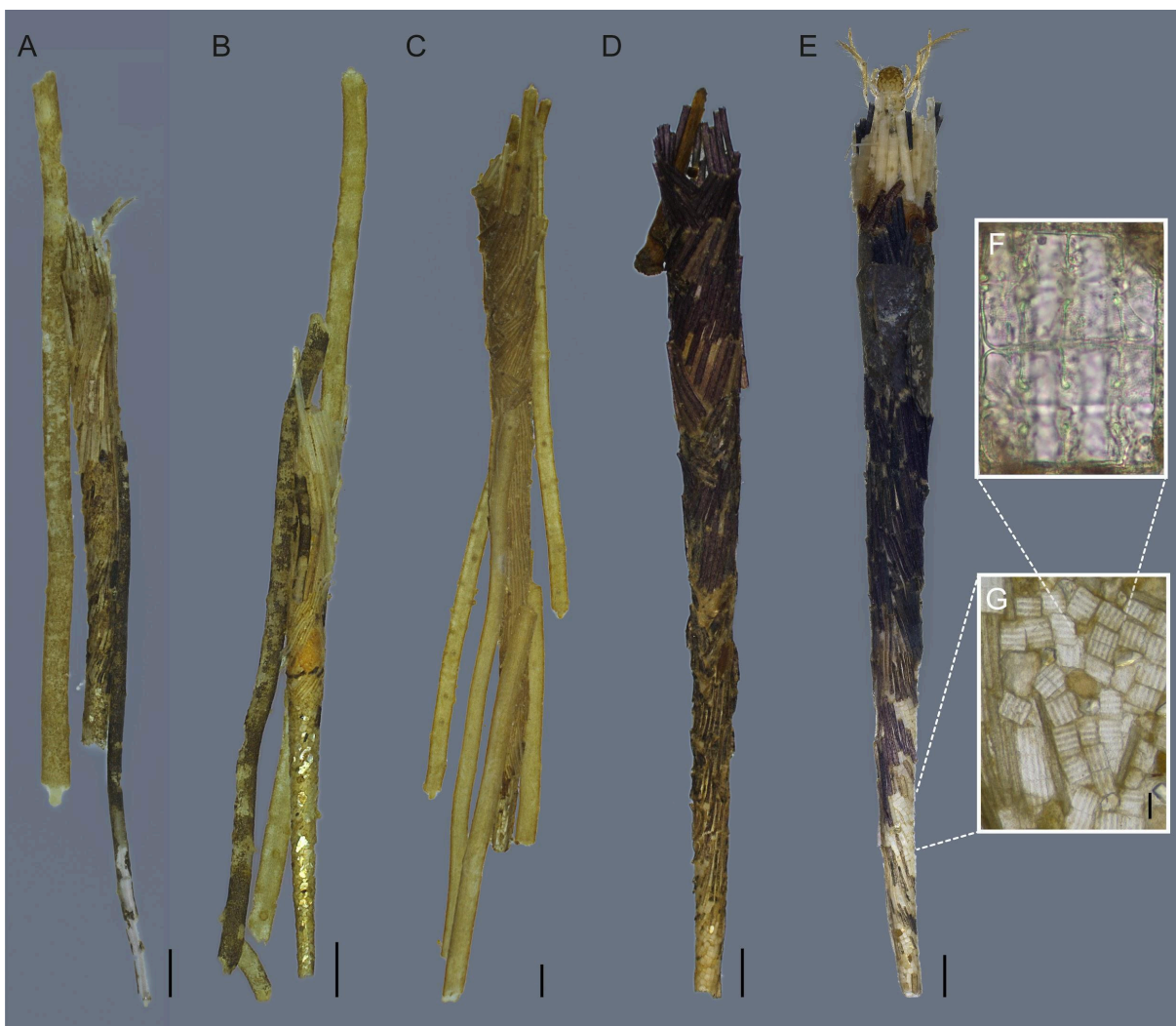


Figura 7 - Abrigos de *Nectopsyche fuscomaculata*, em álcool. A–E, abrigos; F e G, diatomáceas *Terpsinoë*, em vista conectival. Barra de escala: A–E = 1.0 mm; F = 0.1 mm.

Comentários. Devido à natureza do método de coleta do material sequenciado, espécimes fixados em álcool, os adultos encontram-se sem o padrão de coloração das cerdas do corpo e das asas. No entanto, foi registrado um macho de *Nectopsyche fuscomaculata* vivo com a vestimenta intacta (Figura 8A) no local de coleta do material analisado. A fêmea de *N. fuscomaculata* descrita neste trabalho provavelmente mantém o mesmo padrão de coloração de cerdas do adulto macho fotografado da figura 8A, como é comumente relatado nas fêmeas descritas na literatura.

De acordo com características da genitalia masculiana, *N. fuscomaculata* pode ser alocada nos grupos de espécies *candida* ou *bruchii* pelas seguintes características: apêndice pré-anal simples e reto, apêndices inferiores delgados, retos ou arqueados, sem grande expansão basal, e com lóbulo basoventral digitiforme. No entanto, tanto a fêmea quanto a larva possuem similaridades com espécies dos grupos de espécies *albida* e *candida*.



Figura 8 - *Nectopsyche fuscomaculata*, espécimes vivos fotografados. **A**, adulto macho, fotografada por F.F. Salles em 26/08/2011; **B**, larva, em aquário com vegetação associada ao local de coleta, fotografada por F.F. Salles em 13/03/2015.

Das espécies com fêmeas e com genitália descritas, *N. albida* (Walker), 1852 e *N. exquisita* (Walker), 1852 possuem a genitália relativamente similar à da fêmea de *N. fuscomaculata*. As duas espécies, ambas com distribuição neártica, distinguem-se de *N. fuscomaculata* pela largura do segmento IX, que é mais estreito que longo, enquanto nas duas espécies mencionadas o segmento IX é tão largo quanto longo. Além do posicionamento do processo digitiforme, que em *N. fuscomaculata* é dorsalmente direcionado, enquanto nas outras duas espécies é ventralmente direcionado.

A larva de *N. fuscomaculata* é similar no padrão de manchas na cabeça a *Nectopsyche tavana* (Ross, 1944) e *N. gracilis* (Banks, 1901). No entanto, são distintas pelo padrão de coloração do pronoto e mesonoto, formato do esclerito do tubérculo lateral e fórmula branquial do tórax e abdômen. Além das diferenças morfológicas das larvas, o abrigo de *N. fuscomaculata* se distingue das duas outras espécies por ser composto predominantemente de pequenos gravetos, enquanto os abrigos das outras duas espécies são formados principalmente por grãos de areia (Daigle & Haddock, 1981; Wiggins, 1996).



Figura 9 - Mapa parcial da América do Sul, com destaque para os países e estados do Brasil, mostrando a distribuição geográfica conhecida de *Nectopsyche fuscomaculata*. Pontos pretos: registros de ocorrência da literatura publicada e BOLDSYSTEMS. Legendas: Ecorregiões destacando os biomas da América do Sul.

Distribuição. Argentina, Brasil (Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Pernambuco, Paraná, Rio de Janeiro, Santa Catarina, São Paulo), Paraguai. (Figura 9).

A espécie possui uma ampla distribuição geográfica, intimamente relacionada com o bioma da Mata Atlântica (Figura 9). Somente alguns poucos pontos de ocorrência de *N. fuscomaculata* não estão neste domínio ou em zonas de transições deste bioma. São eles os pontos localizados no estado de São Paulo, que estão no domínio do Cerrado, muitos próximos da Mata Atlântica, e um ponto nas planícies alagadas do Rio Paraná na Argentina. Nos estudos de Raphael e colaboradores (1989) e Flint (1992), foi registrado no extremo norte do Brasil, em Roraima, na Ilha do Maracá, a presença de algumas fêmeas que foram identificadas como possíveis *N. fuscomaculata*. No entanto, a confirmação da identificação específica não era possível devido à escassez de cerdas nas asas e à ausência do padrão característico da vestimenta e não se conheciam outras características diagnósticas para as fêmeas. Portanto, neste presente estudo, não está sendo considerado o registro do possível *N. fuscomaculata* relatado na Ilha de Maracá em Roraima, devido às incertezas na identificação e pela distância geográfica do registro da distribuição conhecida da espécie.

O uso de diatomácea *Terpsinoë* no desenvolvimento inicial dos abrigos de *Nectopsyche* já era conhecido para abrigos de larvas sem identidade específica do sul do Estados Unidos (Wallace et al., 1976). As diatomáceas conferem maior durabilidade aos abrigos por conta de suas paredes de silicato. Já a regularidade das formas facilita a seleção e o encaixe dos fragmentos durante a construção, especialmente nos estágios larvais iniciais. Além disso, os sulcos presentes nas frústulas de *Terpsinoë* aumentam a área de superfície dos abrigos (Wallace et al., 1976).

Os resultados taxonômicos mostraram uma grande variedade de materiais encontrados na construção de abrigo das larvas de *Nectopsyche fuscomaculata*, tendo a espécie uma alta plasticidade de construir seus abrigos larvais. Esse resultado está em consonância com os apresentados na seção 3.1, resultados das análises das distâncias e delimitações genéticas, que mostraram uma alta distância genética intraespecífica, que pode haver algum nível de causalidade com esta diferença de habitat das larvas.

4. CONCLUSÕES

Este estudo representa um avanço significativo no entendimento dos semaforontes de *Nectopsyche*, especialmente no contexto da região Neotropical. A aplicação de DNA barcode

permitiu a associação precisa de diferentes estágios de vida de *N. fuscomaculata*, entre machos, fêmeas e larvas, revelando também a possibilidade de espécies crípticas dentro desta linhagem. Essas descobertas ressaltam a importância de integrar métodos moleculares em estudos taxonômicos para resolver questões de delimitação de espécies.

Além disso, as variações observadas na construção de abrigos larvais e a ampla distribuição geográfica de *N. fuscomaculata* sugerem uma adaptabilidade ecológica notável, possivelmente correlacionada com as diferenças genéticas detectadas. Além disso, a presente contribuição amplia a quantidade de espécies e sequências de DNA conhecidas no banco de dados, fomentando estudos e trabalhos futuros para compreender melhor essa diversidade genética e ecológica de *Nectopsyche*. Neste contexto, este estudo estabelece uma nova hipótese de trabalho a ser testada, para verificar se estamos diante de duas espécies crípticas ou de uma única espécie com ampla distribuição e elevada amplitude de nicho.

Por fim, este estudo contribui para a redução da lacuna Haeckeliana em *Nectopsyche*, com a descrição da larva e fêmea de *Nectopsyche fuscomaculata*, sendo o primeiro estudo do gênero abordando a delimitação de espécies com DNA barcode e a variação molecular interespecífica e intraespecífica.

REFERÊNCIAS

- Almeida, G.L., Marinoni, L. (2000). Abundância e sazonalidade das espécies de Leptoceridae (Insecta, Trichoptera) capturadas com armadilha luminosa no Estado do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 17: 347–359. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752000000200005>
- Banks, N. (1901). A list of neuropteroid insects from Mexico. *Transactions of the American Entomological Society*, 27:361-371.
- Betten, C. & Mosely M. (1940). *The Francis Walker Type of Trichoptera in the British Museum*. 248 pages. London: British Museum (Natural History).
- Blahnik, R.J., & Holzenthal, R.W. (2004). Collection and curation of Trichoptera, with an emphasis on pinned material. *Nectopsyche Neotropical Trichoptera Newsletter*, 1, 8-20.
- Blahnik, R.J., Holzenthal, R.W., & Prather, A.L. (2007). The lactic acid method for clearing Trichoptera genitalia. In: Bueno-Soria, J., Barba-Álvarez, R., & Armitage, B.J. (Eds.), *International Symposium on Trichoptera*, 12, 2007, Mexico City. *Proceedings*. Columbus: The Caddis Press, pp. 9-14.
- Bonfá-Neto, P. & Salles, F.F. (2023). A new species of *Nectopsyche* Müller, 1879 (Trichoptera: Leptoceridae) and notes on the adults of *Nectopsyche splendida* (Navás, 1917). *Revista Brasileira de Entomologia*, 67 (1), 1–8. <https://doi.org/10.1590/1806-9665-RBENT-2022-0103>
- Botosaneanu, L., Flint, O.S., Jr. (1982). On some Trichoptera from northern Venezuela and Ecuador (Insecta). *Beaufortia*, 32: 13-26.
- Botosaneanu, L. (1994). A study of the larvae of caddisflies (Trichoptera) from Cuba. *Tropical Zoology*, 7(2): 451-475.
- Botosaneanu, L., Hyslop, E.J. (1998). A systematic and biogeographic study of the caddisfly fauna of Jamaica (Insecta: Trichoptera). *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Entomologie*, 68:5-28.
- Brown, S.D., Collins, R.A., Boyer, S., Lefort, M.C., Malumbres-Olarte, J., Vink, C.J., & Cruickshank, R.H. (2012). Spider: an R package for the analysis of species identity and evolution, with particular reference to DNA barcoding. *Molecular ecology resources*, 12(3), 562-565. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0998.2011.03108.x>
- Carmo, F.F., Kamino, L.H.Y., Junior, R.T., de Campos, I.C., Carmo, F.F., Silvino, G., Castro, K.J.S.X., Mauro, M.L., Rodrigues, N.U.A.R., Miranda, M.P.S. & Pinto, C.E.F. (2017). Fundão tailings dam failures: the environment tragedy of the largest technological disaster of Brazilian mining in global context. *Perspectives in ecology and conservation*, 15(3), 145–151. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2017.06.002>
- Daigle, J.J. and Haddock, J.D. (1981). The larval description and ecological notes of a caddisfly, *Nectopsyche tavora* (Ross), from the central Florida refugium. *Pan-Pacific Entomologist*, 57: 327- 331.

- de Queiroz, K. (2007). Species concepts and species delimitation. *Systematic biology*, 56(6), 879-886. <https://doi.org/10.1080/10635150701701083>
- Elkins, W.A. (1936). The immature stages of some Minnesota Trichoptera. *Annals of the Entomological Society of America* 29: 656-682.
- Faria, L.R.R., Pie, M.R., Salles, F.F., & Soares, E.D.G. (2021). The Haeckelian shortfall or the tale of the missing semaphoronts. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 59(2), 359-369.
- Felsenstein, J. (1985). Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap. *evolution*, 39(4), 783-791. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1985.tb00420.x>
- Flint, O.S. (1968). The caddisflies of Jamaica (Trichoptera). *Bulletin of the Institute of Jamaica, Science Series*, 19: 1-68.
- Flint, O.S. (1974). Studies of Neotropical caddisflies, XVII: the genus *Smicridea* from North and Central America (Trichoptera: Hydropsychidae). *Smithsonian Contributions to Zoology* 167: 1-65. <https://doi.org/10.5479/si.00810282.167>
- Folmer, O., Black, M., Hoeh, W., Lutz, R. & Vrijenhoek R. (1994). DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome C oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Molecular Marine Biology and Biotechnology*. 3 (5): 294-299.
- Frost, S.W. (1957). The Pennsylvania insect light trap. *Journal of Economic Entomology*, 50 (3), 287-292. <https://doi.org/10.1093/jee/50.3.287>
- Glover, J.B., & Floyd, M.A. (2004). Larvae of the genus *Nectopsyche* (Trichoptera: Leptoceridae) in eastern North America, including a new species from North Carolina. *Journal of the North American Benthological Society*, 23(3), 526-541.
- Graf, W., Lubini, V., & Pauls, S. (2005). Larval description of *Drusus muelleri* McLachlan, 1868 (Trichoptera: Limnephilidae) with some notes on its ecology and systematic position within the genus *Drusus*. In *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology* (Vol. 41, No. 2, pp. 93-98). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/limn/2005012>
- Guindon, S., Dufayard, J.F., Lefort, V., Anisimova, M., Hordijk, W., & Gascuel, O. (2010). New algorithms and methods to estimate maximum-likelihood phylogenies: assessing the performance of PhyML 3.0. *Systematic biology*, 59(3), 307-321. <https://doi.org/10.1093/sysbio/syq010>
- Haddock, J. D. (1977a). Larval morphology, behavior and distribution-useful tools in the separation of two closely related *Nectopsyche* caddis flies (Trichoptera: Leptoceridae). *The Pan-Pacific Entomologist*, 53: 253-256.
- Haddock, J.D. (1977b). The biosystematics of the caddis fly genus *Nectopsyche* in North America with emphasis on the aquatic stages. *American Midland Naturalist*, 98: 382-421.
- Hagen, H. (1861). Synopsis of the Neuroptera of North America. *Smithsonian Miscellaneous Collections*, 4(1):1-347.

- Harris, S.C. (1986). New species of caddisflies (Trichoptera) from Alabama. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 88: 30-41.
- Hebert, P.D., Cywinska, A., Ball, S.L. & deWaard, J.R. (2003). Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences*, 270 (1512): 313–321. <https://doi.org/10.1098/rspb.2002.2218>
- Hebert, P. D., Ratnasingham, S., Zakharov, E. V., Telfer, A. C., Levesque-Beaudin, V., Milton, M. A., Pedersen, S., Jannetta, P. & DeWaard, J. R. (2016). Counting animal species with DNA barcodes: Canadian insects. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371(1702), 20150333. <https://doi.org/10.1098/rstb.2015.0333>
- Hennig, W. (1950). *Grundzüge einer Theorie der phylogenetischen Systematik*. Berlin: Deutscher Zentralverlag.
- Hennig, W. (1966). *Phylogenetic Systematics*. Urbana, Ill. University of Illinois Press.
- Holzenthal, R.W. (1995). The caddisfly genus *Nectopsyche*: new *gemma* group species from Costa Rica and the Neotropics (Trichoptera: Leptoceridae). *Journal of the North American Benthological Society*, 14: 61-83. <https://doi.org/10.2307/1467725>
- Holzenthal, R.W. & Calor, A.R. (2017). Catalog of the Neotropical Trichoptera (Caddisflies). *ZooKeys*, 654, 1–566. <https://doi.org/10.3897/zookeys.654.9516>
- Holzenthal, R.W. & Rios-Touma, B. (2018). *Nectopsyche* of Ecuador: a new species from the high Andean páramo and redescription of *Nectopsyche spiloma* (Ross) (Trichoptera: Leptoceridae). *PeerJ* 6, e4981. <https://doi.org/10.7717/peerj.4981>
- Kapli, P., Lutteropp, S., Zhang, J., Kobert, K., Pavlidis, P., Stamatakis, A., & Flouri, T. (2017). Multi-rate Poisson tree processes for single-locus species delimitation under maximum likelihood and Markov chain Monte Carlo. *Bioinformatics*, 33(11), 1630-1638. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btx025>
- Kearse, M., Moir, R., Wilson, A., Stones-Havas, S., Cheung, M., Sturrock, S., Buxton, S., Cooper, A., Markowitz, S., Duran, C., Thierer, T., Ashton, B., Meintjes, P. & Drummond, A. (2012). Geneious Basic: an integrated and extendable desktop software platform for the organization and analysis of sequence data. *Bioinformatics*, 28(12), 1647-1649. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/bts199>
- Kimura, M. (1980). A simple method for estimating evolutionary rates of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. *Journal of molecular evolution*, 16, 111-120. <https://doi.org/10.1007/BF01731581>
- Kolenati, F.A. (1859). *Genera et species Trichopterorum, pars altera*. *Nouveaux Mémoires de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou*, 11:141-296, plates 1-5.
- Lefort, V., Longueville, J.E., & Gascuel, O. (2017). SMS: smart model selection in PhyML. *Molecular biology and evolution*, 34(9), 2422-2424. <https://doi.org/10.1093/molbev/msx149>
- Lenat, D.R. (1993). A biotic index for the southeastern United States: derivation and list of tolerance values, with criteria for assigning water-quality ratings. *Journal of the North American Benthological Society*, 12: 279–290.

- Marlier, G. (1964). Trichopteres de l'Amazonie recueillis par le Professeur H. Sioli. Memoires Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, series 2, fasc. 76: 1-167.
- Milne, M.J. (1938). The "Metamorphotype Method" in Trichoptera. Journal of the New York Entomological Society, 46(4), 435–437. <http://www.jstor.org/stable/25004774>
- Morse JC. (Ed.) (2024). Trichoptera World Checklist. <https://trichopt.app.clemson.edu/welcome.php>
- Müller, F. (1879). Über Phryganiden. Aus einem Briefen desselben an seinen Bruder Hermann Müller. Zoologischer Anzeiger. 2(18-45), 38-40.
- Müller, F. (1880a). Sobre as casas construídas pelas larvas de insectos Trichopteros da Província de Santa Catharina. Archivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro 3 (1878): 99–134, 209–214.
- Müller, F. (1880b). Über die von den Trichopterenlarven der provinz Santa Catharina verfertigten Gehäuse. Zeitschrift für Wissenschaftliche Zoologie 35 (1878): 47–87, plates 44–45.
- Olson, D.M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E.D., Burgess, N.D., Powell, G.V.N., Underwood, E.C., D'Amico, J.A., Itoua, I., Strand, H.E., Morrison, J.C., Loucks, C.J., Allnutt, T.F., Ricketts, T.H., Kura, Y., Lamoreux, J.F., Wettengel, W.W., Hedao, P., Kassem, K.R., 2001. Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on earth: a new global map of terrestrial ecoregions provides an innovative tool for conserving biodiversity. Bioscience 51 (11), 933-938. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0933:TEOTWA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0933:TEOTWA]2.0.CO;2)
- Paradis, E., Claude, J., & Strimmer, K. (2004). APE: analyses of phylogenetics and evolution in R language. Bioinformatics, 20(2), 289-290. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btg412>
- Pes, A.M., Santos, A.P.M., Barcelos-Silva, P. & Camargos, L.M. (2014). Ordem Trichoptera. In: Hamada, N., Nessimian, J.L. & Querino, R.B. Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia. Manaus: Editora do INPA. p. 391–433.
- Puillandre, N., Lambert, A., Brouillet, S., & Achaz, G. (2012). ABGD, Automatic Barcode Gap Discovery for primary species delimitation. Molecular ecology, 21(8), 1864-1877. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2011.05239.x>
- Puillandre, N., Brouillet, S., & Achaz, G. (2021). ASAP: assemble species by automatic partitioning. Molecular Ecology Resources, 21(2), 609-620. <https://doi.org/10.1111/1755-0998.13281>
- Queiroz, L.L., Desiderio, G.R., & Calor, A.R. (2021). *Smicridea* McLachlan (Trichoptera: Hydropsychidae) from mountain ranges in Bahia state, Brazil: new species and male-female associations. Studies on Neotropical Fauna and Environment, 58(1), 172–183. <https://doi.org/10.1080/01650521.2021.1983353>
- Roldán Pérez, G. (1988). Guia para el Estudio de los Macroinvertebrados Acuaticos del Departamento de Antioquia. Universidad de Antioquia, Antioquia.

- Ross, H.H. (1944). The Caddis Flies, or Trichoptera, of Illinois. Bulletin of the Illinois Natural History Survey, 23:1-326.
- Ruiter, D.E., Boyle, E.E. & Zhou, X. (2013). DNA barcoding facilitates associations and diagnoses for Trichoptera larvae of the Churchill (Manitoba, Canada) area. BMC Ecol 13, 5. <https://doi.org/10.1186/1472-6785-13-5>
- Saitou, N., & Nei, M. (1987). The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. Molecular biology and evolution, 4(4), 406-425. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.molbev.a040454>
- Schmid, F. (1998). The Insects and Arachnids of Canada, Part 7: Genera of the Trichoptera of Canada and Adjoining or Adjacent United States. vi + 319. Ottawa: Agriculture Canada.
- Schwarz, G. (1978). Estimating the dimension of a model. The annals of statistics, 6 (2): 461-464. <https://doi.org/10.1214/aos/1176344136>
- Sganga, J.V., Angrisano, E.B. & Iglesias, M.S. Diversity of Trichoptera (Insecta) in protected and unprotected areas of the Argentinian Parana and Araucaria Forest provinces. Journal of Insect Conservation, 29, 6 (2025). <https://doi.org/10.1007/s10841-024-00639-3>
- Tamura, K., Stecher, G., & Kumar, S. (2021). MEGA11: molecular evolutionary genetics analysis version 11. Molecular biology and evolution, 38(7), 3022-3027. <https://doi.org/10.1093/molbev/msab120>
- Thompson, J.D., Higgins, D.G., & Gibson, T.J. (1994). CLUSTAL W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. Nucleic acids research, 22(22), 4673-4680. <https://doi.org/10.1093/nar/22.22.4673>
- Ulmer, G. (1905). Neue und wenig bekannte außereuropäische Trichopteren, hauptsächlich aus dem Wiener Museum. Annalen de Kaiserlich-königlich Naturhistorischen Hofmuseums, 20, 59-98.
- Vorhies, C.T. 1909. Studies on the Trichoptera of Wisconsin. Transactions of the Wisconsin Academy of Science 16: 647-738, plates 52-61.
- Walker, F. (1852). Catalogue of the Specimens of Neuropterous Insects in the Collections of the British Museum, 1: Phryganides-Perlides. 192 pages. London: British Museum (Natural History).
- Wallace, J.B., Sherberger, S.R., & Sherberger, F.F. (1976). Use of the diatom *Terpsinoë musica* Ehrenb.(Biddulphiales: Biddulphiaceae) as casemaking material by *Nectopsyche* larvae (Trichoptera: Leptoceridae). American Midland Naturalist, 95(1), 236-239. <https://doi.org/10.2307/2424255>
- Wiggins, G.B. (1996). Larvae of the North American Caddisfly Genera (Trichoptera). Second Edition. 457 Pages. Toronto and Buffalo: University of Toronto Press.
- Zhang, J., Kapli, P., Pavlidis, P., & Stamatakis, A. (2013). A general species delimitation method with applications to phylogenetic placements. Bioinformatics, 29(22), 2869-2876. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btt499>

- Zhou, X., Kjer, K.M., & Morse, J.C. (2007). Associating larvae and adults of Chinese Hydropsychidae caddisflies (Insecta: Trichoptera) using DNA sequences. *Journal of the North American Benthological Society*, 26(4), 719–742. <https://doi.org/10.1899/06-089.1>
- Zhou, X. (2009). The larvae of Chinese Hydropsychidae (Insecta: trichoptera), part I: *Arctopsyche shimianensis*, *Parapsyche* sp. A, and *Diplectrona obscura*. *Zootaxa*, 2174(1), 1–17. <https://doi.org/10.5281/zenodo.189300>
- Zhou, X., Frandsen, P.B., Holzenthal, R.W., Beet, C.R., Bennett, K.R., Blahnik, R.J., Bonada, N., Cartwright, D., Chuluunbat, S., Cocks, G.V., Collins, G.E., deWaard, J., Dean, J., Flint, O.S., Hausmann, A., Hendrich, L., Hess, M., Hogg, I.D., Kondratieff, B.C., Malicky, H., Milton, M.A., Morinière, J., Morse, J.C., Mwangi, F.N., Pauls, S.U., Razo Gonzalez, M., Rinne, A., Robinson, J.L., Salokannel, J., Shackleton, M., Smith, B., Stamatakis, A., StClair, R., Thomas, J.A., Zamora-Muñoz, C., Ziesmann, T. & Kjer, K. M. (2016). The Trichoptera barcode initiative: a strategy for generating a species-level Tree of Life. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371(1702), 20160025. <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0025>

APÊNDICES

APÊNDICE A1 - Informações adicionais dos registros de distribuição de *Nectopsyche fuscomuculata* Flint, 1983.

Latitude	Longitude	Localidade	Referência
19°07'33.1"S	40°14'26.1"W	Brasil, Espírito Santo, Sooretama, Rio São José	Presente estudo
27°40'26.0"S	55°37'14.5"W	Argentina, Misiones, Arroyo Liso, 8km W General Güemes	Flint, 1983
27°32'54.4"S	55°18'48.0"W	Argentina, Misiones, Arroyo Saura, 9 km N L.N. Alem	Flint, 1983
25°55'06.6"S	54°35'00.1"W	Argentina, Misiones, Puerto Libertad	Flint, 1983
27°47'11.5"S	55°42'09.0"W	Argentina, Misiones, Arroyo Coatí, 15 km E San José	Flint, 1983
27°30'56.0"S	58°56'08.6"W	Argentina, Chaco, Riacho Barranqueras, Puerto Vilelas	Flint, 1983
25°48'27.3"S	56°26'43.5"W	Paraguai, Guairá, 3.9 km S Villarrica	Flint, 1983
22°37'53.8"S	56°01'28.3"W	Paraguai, Amambay, Río Aquidabán, Cerro Corá	Flint, 1983
24°40'32.9"S	56°24'02.6"W	Paraguai, San Pedro, Arroyo Tapiracuay, San Estanislao	Flint, 1983
27°09'11.6"S	52°26'08.9"W	Brasil, Santa Catarina, Nova Teutonia	Flint, 1983
22°44'45.3"S	44°08'10.3"W	Brasil, Rio de Janeiro, Rio Claro, Rio Pirai	Flint, 1983
3°19'22.6"N	61°41'04.4"W	Brasil, Roraima, Ilha Maraca, Rio Uraricoera	Flint, 1992
25°28'S	48°50'W	Brasil, Paraná, Antonina	Almeida & Marinoni, 2000
25°14'S	50°03'W	Brasil, Paraná, Ponta Grossa	Almeida & Marinoni, 2000
24°17'S	50°37'W	Brasil, Paraná, Telêmaco Borba	Almeida & Marinoni, 2000
25°40'S	52°01'W	Brasil, Paraná, Guarapuava	Almeida & Marinoni, 2000
23°54'S	51°58'W	Brasil, Paraná, Fênix	Almeida & Marinoni, 2000
		Brasil, Minas Gerais, Ouro Preto	Blahnik et al., 2004
		Brasil, São Paulo,	Blahnik et al., 2004
22°27'04.8"S	44°36'47.9"W	Brasil, Rio de Janeiro, P.N. de Itatiaia, Rio Campo Belo, Lago Azul	Dumas et al., 2009
22°24'33.0"S	44°33'08.0"W	Brasil, Rio de Janeiro, Penedo, Rio das Pedras, Três Bacias	Dumas et al., 2009
22°25'40.0"S	44°32'46.0"W	Brasil, Rio de Janeiro, Itatiaia, afluente de 1ª ordem do Rio Palmital	Dumas et al., 2009
22°27'02.4"S	44°36'52.0"W	Brasil, Rio de Janeiro, PNI, Rio Campo Belo, Lago Azul	Dumas & Nessimian, 2012
22°24'34.8"S	44°33'03.5"W	Brasil, Rio de Janeiro, Penedo, Rio das Pedras, Três Bacias	Dumas & Nessimian, 2012
22°25'41.0"S	44°32'51.0"W	Brasil, Rio de Janeiro, Penedo, small tributary of Rio Palmital	Dumas & Nessimian, 2012
8°21'48.9"S	35°28'49.0"W	Brasil, Pernambuco, Amaraji, Rio Amaraji, near alcohol plant	Souza et al, 2013
15°23'28.0"S	39°33'56.0"W	Brasil, Bahia, Camaçan, Reserva Particular do Patrimônio Natural Serra Bonita, stream second waterfall, trail Bapeba	Dias et al., 2015
15°25'21.0"S	39°32'27.9"W	Brasil, Bahia, Camaçan, Fazenda Paris, Rio Braço do Sul	Dias et al., 2015
20°14'54.1"S	46°38'24.3"W	Brasil, Minas Gerais, São Roque de Minas, PNSC, Fazenda Velha, Ribeirão das Posses	Henriques-Oliveira et al., 2019
20°32'02.0"S	46°23'04.4"W	Brasil, Minas Gerais, São João Batista do Glória, PNSC, Tributary of Ribeirão do Fumal	Henriques-Oliveira et al., 2019
20°16'09.0"S	46°39'30.5"W	Brasil, Minas Gerais, São Roque de Minas, PNSC, Ribeirão Nogueira (Córrego Replanta)	Henriques-Oliveira et al., 2019
20°06'23.8"S	46°55'28.3"W	Brasil, Minas Gerais, Sacramento, PNSC, tributary of Rio Araguari	Henriques-Oliveira et al., 2019
20°30'05.8"S	41°49'08.6"W	Brasil, Espírito Santo, Dores do Rio Preto, PNC, Rio Preto	Henriques-Oliveira et al., 2020
20°29'51.8"S	41°43'46.3"W	Brasil, Espírito Santo, Ibitirama, PNC, Santa Marta, Rio Santa Marta	Henriques-Oliveira et al., 2020
20°25'13.6"S	41°48'39.9"W	Brasil, Minas Gerais, Alto Caparaó, PNC, tributary of Rio José Pedro, Terreirão	Henriques-Oliveira et al., 2020
22°27'33.0"S	42°59'49.0"W	Brasil, Rio de Janeiro, Teresópolis, Rio Paquequer, ponte	Santos et al., 2022
22°27'23.0"S	43°00'01.0"W	Brasil, Rio de Janeiro, Teresópolis, Trilha Suspensa, afluente do Rio Beija-flor	Santos et al., 2022
18°33'27.5"S	40°20'06.5"W	Brasil, Espírito Santo, Nova Venécia, Patrimônio do Bis, Rio Cotaxé	Bonfã-Neto et al., 2023
18°39'51.4"S	40°30'44.9"W	Brasil, Espírito Santo, Nova Venécia, Santa Rita do Pip Nuck, Propriedade do Sr. Puppim, Rio Cricaré	Bonfã-Neto et al., 2023
18°42'54.9"S	40°22'33.3"W	Brasil, Espírito Santo, Nova Venécia, Casa da Dona Ana, Rio Cricaré	Bonfã-Neto et al., 2023
18°39'02.2"S	40°07'23.4"W	Brasil, Espírito Santo, São Mateus, Fazenda Liberdade, Rio Cricaré	Bonfã-Neto et al., 2023
18°39'17.1"S	39°59'36.0"W	Brasil, Espírito Santo, São Mateus, Sítio Santa Maria, Rio São Mateus	Bonfã-Neto et al., 2023
19°07'33.1"S	40°14'26.1"W	Brasil, Espírito Santo, Sooretama, Rio São José	Bonfã-Neto et al., 2023
20°09'06.8"S	47°30'38.2"W	Brasil, São Paulo, Pedregulho	RBCAD-2903
19°44'48.8"S	42°37'27.8"W	Brasil, Minas Gerais, Parque Estadual do Rio Doce, Rio Turvo, NE of airstrip	RBCAD-2904
15°06'40.0"S	44°14'29.0"W	Brasil, Minas Gerais, Parque Nacional Peruacu, Rio Peruacu	RBCAD-2905
21°00'34.9"S	47°28'54.1"W	Brasil, São Paulo, Altinópolis, Fazenda Sao Joao da Mata, Rio Baguass	RBCAD-2906
19°52'59.9"S	43°22'27.1"W	Brasil, Minas Gerais, Estacao Ecologica de Peti, Corrego Brucutu	RBCAD-2907

APÊNDICE B1 - Material examinado.

Tombo	Espécie	Localidade	Latitude	Longitude	Data	n	Fase	Sexo
Tr - 1631	<i>Nectopsyche fuscomaculata</i>	Brazil, Espírito Santo, Sooretama, Rio São José	19°07'33.1"S	40°14'26.1"W	23/iv/2015	1	Larvae	
Tr - 1619	<i>Nectopsyche fuscomaculata</i>	Brazil, Espírito Santo, Sooretama, Rio São José	19°07'33.1"S	40°14'26.1"W	10/ix/2014	1	Adult	♂
Tr - 1621	<i>Nectopsyche fuscomaculata</i>	Brazil, Espírito Santo, Sooretama, Rio São José	19°07'33.1"S	40°14'26.1"W	30/v/2011	1	Adult	♀
Tr - 1618	<i>Nectopsyche fuscomaculata</i>	Brazil, Espírito Santo, Sooretama, Rio São José	19°07'33.1"S	40°14'26.1"W	13/i/2015	1	Adult	♂
Tr - 1620	<i>Nectopsyche fuscomaculata</i>	Brazil, Espírito Santo, Sooretama, Rio São José	19°07'33.1"S	40°14'26.1"W	16/ii/2016	1	Adult	♀
Tr - 1622	<i>Nectopsyche fuscomaculata</i>	Brazil, Espírito Santo, Sooretama, Rio São José	19°07'33.1"S	40°14'26.1"W	16/ii/2016	1	Adult	♂
Tr - 1623	<i>Nectopsyche fuscomaculata</i>	Brazil, Espírito Santo, Sooretama, Rio São José	19°07'33.1"S	40°14'26.1"W	13/i/2015	1	Adult	♂
Tr - 1635	<i>Nectopsyche</i> sp. 12	Brazil, Espírito Santo, Sooretama, Rio São José	19°07'33.1"S	40°14'26.1"W	20/i/2015	1	Adult	♂
Tr - 1636	<i>Nectopsyche</i> sp. 12	Brazil, Espírito Santo, Sooretama, Rio São José	19°07'33.1"S	40°14'26.1"W	20/i/2015	1	Adult	♂
Tr - 1638	<i>Nectopsyche</i> sp. 12	Brazil, Espírito Santo, Sooretama, Rio São José	19°07'33.1"S	40°14'26.1"W	20/i/2015	1	Adult	♂
Tr - 1641	<i>Oecetis iguazu</i>	Brazil, Espírito Santo, Sooretama, Rio São José	19°07'33.1"S	40°14'26.1"W	20/i/2015	1	Adult	♀

IV. CAPÍTULO II

MORFOMETRIA GEOMÉTRICA APLICADA À TAXONOMIA DE *Nectopsyche* MÜLLER, 1879: UM ESTUDO SOBRE VARIAÇÃO MORFOLÓGICA, ALOMÉTRICA E GEOGRÁFICA

RESUMO

A identificação de espécies de *Nectopsyche* é tradicionalmente baseada na coloração das cerdas e escamas das asas e nas estruturas da genitália masculina. Contudo, a fragilidade dessas estruturas e a alta variação intraespecífica na genitália dificultam a taxonomia do grupo. Este estudo utilizou morfometria geométrica para analisar a variação da venação das asas anteriores como ferramenta diagnóstica, avaliando diferenças morfológicas, alométricas e geográficas. Espécimes íntegros foram selecionados, suas asas removidas, montadas em lâminas e fotografadas para posterior análise multivariada baseada em marcos anatômicos. Uma análise de componentes principais foi realizada a partir da matriz de resíduos de Procrustes para verificar a existências de padrões. Não foram observadas diferenças na venação entre indivíduos tenerais e não-tenerais, reforçando a consistência da venação das asas. As análises entre as espécies identificaram a formação de três grandes grupos com características morfológicas distintas, refutando o agrupamento artificial conhecido como *candida-group*. Notou-se uma diferença entre indivíduos de localidades e altitudes distintas consistentes com a regra de Bergmann, com asas maiores em populações de maior altitude. Dois padrões alométricos foram registrados: alometria estática dentro das espécies e alometria evolutiva entre elas, sugerindo a influência de pressões seletivas e fatores aerodinâmicos na morfologia das asas. Este estudo não apenas avança na compreensão da diversidade morfológica das espécies de *Nectopsyche*, mas também estabelece novas bases metodológicas para investigações futuras, integrando morfometria geométrica à taxonomia tradicional e destacando sua aplicabilidade na resolução de problemas taxonômicos complexos.

Palavras-chave: taxonomia integrativa, insetos aquáticos, Rio Doce, regra de Bergmann.

1. INTRODUÇÃO

Nectopsyche Müller, 1879 faz parte da família de Trichoptera de antenas muito longas, os Leptoceridae Leach, 1815. O gênero é notável pelo comportamento peculiar das larvas, que apresentam hábitos natatórios, e pela coloração brilhante das cerdas e escamas das asas, tórax e cabeça dos adultos (Müller, 1879). Atualmente, são reconhecidas 105 espécies dentro do gênero (Assunção & Quinteiro, 2023), todas com distribuição restrita às Américas.

A identificação das espécies de *Nectopsyche* tem sido tradicionalmente baseada nos padrões de coloração das cerdas e escamas das asas anteriores, tórax e cabeça dos adultos, bem como nas estruturas da genitália masculina (Flint, 1983; Holzenthal, 1995). Contudo, as cerdas e escamas, por serem frágeis e facilmente destacáveis, demandam extremo cuidado na preservação dos espécimes (Holzenthal, 1995). Além disso, muitos espécimes armazenados em coleções estão preservados em álcool, o que frequentemente resulta na perda total ou parcial dessas estruturas, inviabilizando a análise com base nesses caracteres (Oláh, 2016).

Embora a genitália masculina seja amplamente utilizada para a taxonomia de *Nectopsyche*, sua análise apresenta desafios. Diferenças entre espécies podem ser sutis e, em alguns casos, ocorre uma suposta variação intraespecífica dentro de uma mesma população, especialmente em algumas estruturas da genitália (Holzenthal, 1995). Além disso, outros caracteres diagnósticos que poderiam complementar a identificação das espécies, como distância interocular, tamanho dos olhos, verrugas de cerdas no tórax e cabeça, e venação das asas anteriores e posteriores, foram pouco explorados no grupo (Sganga et al., 2022).

Diante dessas limitações e da consequente necessidade em encontrar caracteres adicionais, este estudo propõe uma análise da variação morfológica das asas, com foco particular na forma da venação das asas anteriores, para investigar seu potencial como ferramenta diagnóstica na identificação e delimitação de espécies de *Nectopsyche*. Além disso, abordamos como as técnicas de morfometria geométrica podem contribuir para a compreensão dessa variação, oferecendo uma abordagem mais robusta e objetiva para a diferenciação de espécies dentro do gênero. A pesquisa também explora como fatores geográficos e alométricos podem influenciar os padrões de variação morfológica, fornecendo uma visão abrangente sobre os mecanismos que moldam a diversidade morfológica nas espécies de *Nectopsyche*.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. MATERIAL ANALISADO

O material analisado neste estudo encontra-se depositado no Museu de Entomologia de Viçosa (UFVB), proveniente de coletas realizadas na Bacia do Rio Doce e em regiões próximas (Figura 1). A maior parte do material está armazenada em álcool a 80%, com poucos indivíduos preservados em via seca. Parte adicional do material foi coletada com o auxílio de armadilhas luminosas do tipo bandeja (Calor & Mariano, 2012), Pennsylvania (Frost, 1957) com as modificações de Nessimian et al. (2024), e lençol (Upton & Mantle, 2010), bem como por armadilhas de interceptação de voo do tipo Malaise e redes de captura do tipo puçá (Upton & Mantle, 2010).

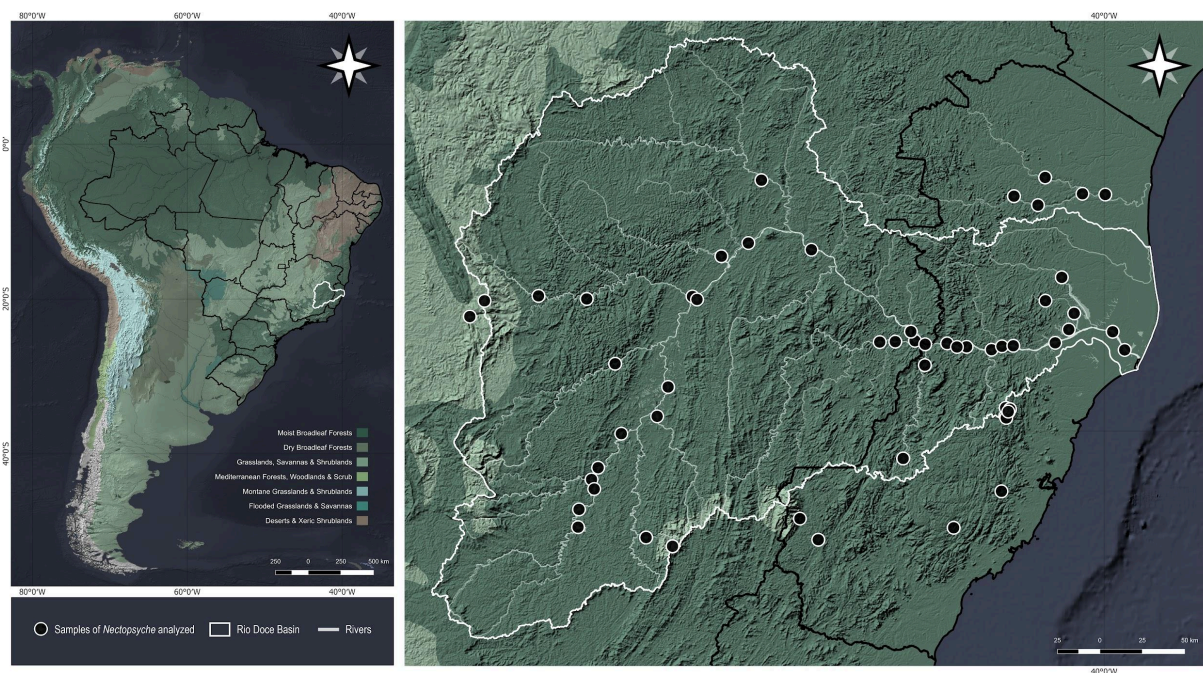


Figura 1 - Mapa de distribuição geográfica dos pontos dos *Nectopsyche* analisados.

A identificação das espécies foi baseada principalmente nas diferenças da genitália machos, observadas realizando a diafanização do abdômen com KOH 10% e/ou ácido láctico 85% (Blahnik & Holzenthal, 2004; Blahnik et al., 2007). Em seguida, para observação da genitália sob microscópio, os abdomens foram transferidos para lâminas escavadas contendo gel de glicerina. Além disso, foram avaliados o padrão de coloração da vestimenta dos espécimes (quando presente), o tamanho dos olhos e a distância interocular. Nos casos em que não havia correspondência com espécies descritas, os exemplares foram classificados como morfotipos.

Após a identificação, as espécies e morfotipos com pelo menos cinco indivíduos e asas anteriores íntegras foram selecionados para análises de morfometria geométrica. Uma das asas anteriores de cada indivíduo foi destacada e montada em lâminas em via seca, seguindo o procedimento descrito por Blahnik & Holzenthal (2004). Ao todo, foram preparadas 480 lâminas com asas anteriores de 20 espécies (Apêndice A2).

2.2. FOTOGRAFIA E DIGITALIZAÇÃO

As lâminas foram fotografadas em câmera Leica (MC170 HD) acoplada em estereomicroscópio Leica (M205 A). Foram fotografadas as asas com os mesmos ajustes de câmera e mesma configuração de iluminação: exposição = 5.70 ms, saturação = 100.00, gama = 1.00, imagens tiff de 2592 x 1944 pixel, escala = 2 mm, aumento = 14.00 X, luz transmitida. As fotografias foram organizadas no software TpsUtil ver. 1.83 (Rohlf, 2023) (Rohlf, 2015). Os marcos anatômicos e as escalas das fotos foram digitalizados utilizando o software TpsDig2 ver. 2.32 (Rohlf, 2021).

2.3. MARCOS ANATÔMICOS

Os marcos anatômicos são pontos distintos e homólogos, compartilhados entre os diferentes espécimes em estudo (Smith, 1990). Na morfometria geométrica, esses marcos são classificados em três categorias, conforme proposto por Bookstein (1991). Neste estudo, foram selecionados 20 pontos. Esses pontos incluem as terminações das veias na margem da asa, as bifurcações nas veias longitudinais e as interseções entre veias transversais e longitudinais (Figura 2; Tabela 1).

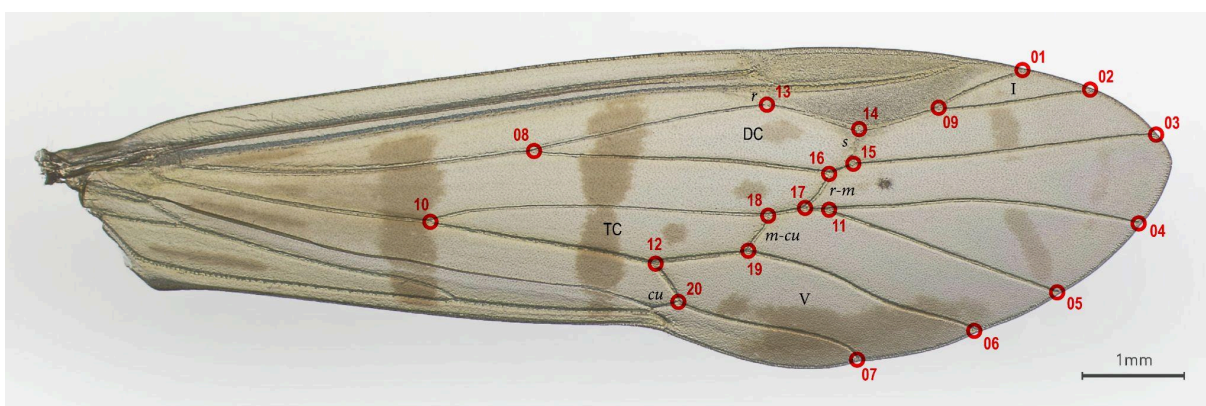


Figura 2 - Asa anterior de *Nectopsyche ortizi*, marcos anatômicos. Abreviações: DC, célula discoidal; TC, célula tiridial; I, forquilha I; V, forquilha V. Veias transversais em itálico.

Tabela 1 - Marcos anatômicos estudados. Tipo I: justaposição de tecidos ao longo das veias das asas anteriores (Fig. 1).

Marco Anatômico	Descrição do marco anatômico (MA)
MA 01	Terminação da veia R2
MA 02	Terminação da veia R3
MA 03	Terminação da veia R4+5
MA 04	Terminação da veia M1+2
MA 05	Terminação da veia M3+4
MA 06	Terminação da veia Cu1a
MA 07	Terminação da veia Cu1b
MA 08	Bifurcação do ramo RS
MA 09	Bifurcação de R2 e R3
MA 10	Bifurcação dos ramos M e Cu1
MA 11	Bifurcação de M1+2 e M3+4
MA 12	Bifurcação de Cu1a e Cu1b
MA 13	Conexão da veia transversal <i>r</i> no ramo R2+3
MA 14	Conexão da veia transversal <i>s</i> no ramo R2+3
MA 15	Conexão da veia transversal <i>s</i> na veia R4+5
MA 16	Conexão da veia transversal <i>r-m</i> na veia R4+5
MA 17	Conexão da veia transversal <i>r-m</i> no ramo M
MA 18	Conexão da veia transversal <i>m-cu</i> no ramo M
MA 19	Conexão da veia transversal <i>m-cu</i> na veia Cu1a
MA 20	Conexão da veia transversal <i>cu</i> na veia Cu1b

2.4. ANÁLISE PRELIMINAR

Uma análise preliminar foi conduzida em outubro/novembro de 2023 utilizando um conjunto menor de espécies e indivíduos. Todos os espécimes dessa análise foram coletados sob as mesmas condições, na mesma localidade e data. A coleta ocorreu no município de Canaã, Minas Gerais, no Rio Santana, próximo à Cachoeira Grande, em 27 de outubro de 2020. Dentre esse material, foram selecionadas todas as espécies que apresentavam mais de 20 indivíduos machos em suas amostras: *Nectopsyche adusta* Flint, 1983, *N. aureovittata* Flint, 1983, *Nectopsyche* sp. 5, *Nectopsyche* sp. 9. No total, foram analisados 113 espécimes durante a análise preliminar, seguindo os procedimentos gerais descritos na Seção 2.6.

2.5. ERRO DE DIGITALIZAÇÃO

O erro de medição é inevitável e pode ocorrer em qualquer etapa da análise morfométrica (Arnqvist & Mårtensson, 1998). Um erro aleatório significativo na digitalização pode aumentar a quantidade de variância da forma, resultando, em muitos casos, na perda de

poder estatístico e obscurece a variância biológica (Fruciano, 2016). Portanto, foi necessário identificar as etapas que potencialmente introduzem uma quantidade significativa de erro na aquisição do conjunto de dados gerados a partir da digitalização das asas.

As etapas que geralmente contribuem para o aumento do erro de medição incluem fatores relacionados à preservação dos espécimes, ao posicionamento da estrutura ou do indivíduo, à posição do espécime na fotografia e à distância focal (erro de apresentação), à digitalização dos marcos anatômicos e às diferenças entre os operadores responsáveis pelas medições e obtenção das imagens (erro de operadores) (Arnqvist & Mårtensson, 1998; Fruciano, 2016). Neste estudo, os espécimes foram submetidos aos mesmos procedimentos de fixação, descritos na Seção 2.1. Além disso, por se tratarem de asas montadas em lâminas, o erro de posicionamento, que é mais comum em estruturas com tridimensionalidade acentuada, pode ser considerado muito baixo ou até mesmo inexistente, já que as asas montadas apresentam uma estrutura essencialmente bidimensional. Para minimizar o erro de apresentação, todas as fotografias foram realizadas utilizando o mesmo equipamento óptico e as mesmas configurações, conforme descrito na Seção 2.2. As asas foram posicionadas de forma centralizada e padronizada, uniformizando a distorção óptica das lentes e da câmera. Além disso, a digitalização e todos os processos anteriores foram conduzidos por um único operador, reduzindo significativamente o viés associado a este tipo de erro.

Foram quantificados os erros de medição decorrentes da apresentação (fotografias) e da digitalização, comparando o conjunto de medições realizadas em outubro de 2023, utilizadas na análise preliminar, com as medições obtidas a partir das fotografias e digitalizações dos mesmos espécimes realizadas em dezembro de 2024. O coeficiente de correlação intraclasse (ICC), conhecido também como repetibilidade (Shrout & Fleiss, 1979), foi calculado com uma ANOVA unidirecional dos tamanhos dos centróides e para cada componente principal da análise de componente principal (PCA), utilizando o modelo 2 implementado no Past4. Também foi realizada uma ANOVA de Procrustes (Klingenberg & McIntyre, 1998) no software MorphoJ 1.08 (Klingenberg et al., 2011) para todos os indivíduos incluídos na análise preliminar de 2023, bem como para as fotografias dos mesmos indivíduos feitas em 2024. Além disso, uma ANOVA de Procrustes foi conduzida separadamente para cada espécie presente nesse conjunto de dados.

2.6. ESTATÍSTICAS DAS ANÁLISES MORFOMÉTRICAS

As coordenadas dos marcos anatômicos digitalizados foram submetidas à análise generalizada de Procrustes (GPA) (Rohlf e Slice, 1990) utilizando o software Past ver. 4.13 (Hammer et al., 2001), MorphoJ ver. 1.08 (Klingenberg, 2011) e TpsRelw ver. 1.75 (Rohlf, 2021; Rohlf, 2015). Os tamanhos dos centróides (CS) foram calculados antes das transformações da GPA nesses mesmos programas e utilizados como uma variável representativa do tamanho das asas anteriores dos indivíduos. Além disso, os consensos das asas das espécies, também foram obtidos com esses programas.

A detecção de *outliers* para o tamanho foi realizada por espécie, com base nos tamanhos dos centróides, utilizando diferentes abordagens estatísticas. Para identificar a presença de apenas um outlier, foram aplicados os testes de Grubbs (1950) e Dixon (1950). Já para a detecção de múltiplos outliers, foi utilizado o teste de Desvio Studentizado Extremo (ESD) (Rosner, 1983). Em complemento, *outliers* também foram identificados a partir da curva de distâncias de Procrustes ao quadrado dos indivíduos de cada espécie, comparada à curva esperada para uma distribuição normal multivariada ajustada aos dados (Klingenberg & Monteiro, 2005). Os espécimes identificados como *outliers* claros foram removidos das análises estatísticas para melhorar a precisão e aumentar a eficácia dos resultados.

Análises de componentes principais (PCA) (Pearson, 1901; Hotelling, 1933) foram realizadas com base na matriz de resíduos gerada pela análise generalizada de Procrustes (GPA), permitindo a visualização das principais variações no conjunto de marcos anatômicos das asas anteriores. As PCAs foram conduzidas utilizando o software estatístico Past4, que oferece ferramentas robustas para análises morfométricas, e também no MorphoJ, amplamente utilizado para estudos de morfometria geométrica. Adicionalmente, no software TpsRelw, foram realizadas análises de distorção relativa, que correspondem a uma abordagem semelhante à PCA, com foco na decomposição e visualização das variações de forma (Bookstein, 1989; Rohlf, 1993). Somente foram considerados nas análises posteriores os componentes principais da PCA com autovalores acima do *Broken Stick*, sendo os valores abaixo desta curva considerados não significativos (Jackson, 1993).

Foram testados a distribuição normal dos tamanhos dos centróides e dos componentes principais (PCs) acima do *Broken Stick* para cada grupo ou espécie, com os teste de Shapiro-Wilk (Shapiro & Wilk, 1965) e Anderson-Darling (Anderson & Darling, 1954). Posteriormente, realizamos análises e testes paramétricos ou não-paramétricos, conforme a natureza da distribuição dos dados. Realizados análise de variância (ANOVA) (Fisher, 1925)

ou Kruskal-Wallis (Kruskal & Wallis, 1952) para testar se há diferença significativa entre as médias ou medianas, respectivamente, do tamanhos dos centróides e dos componentes principais dos indivíduos. Quando houve diferenças significativas na ANOVA, foram exploradas as comparações *post-hoc* entre os grupos ou espécies com teste de Tukey-Kramer (Tukey, 1949, 1953; Kramer, 1956). Para os dados não-paramétricos com diferenças significativas no Kruskal-Wallis, foram realizados testes *post-hoc* de Dunn (Dunn, 1964) ou de Mann-Whitney (Mann & Whitney, 1947).

As regressões lineares simples foram realizadas com os tamanhos dos centróides como variável independente e os componentes principais como variáveis dependentes no modelo bivariado, utilizando o método dos Mínimos Quadrados Ordinários (OLS), que é adequado quando a variável independente apresenta poucos erros (ICC = 0,93) (Tabela 3). Para o modelo multivariado, as coordenadas de Procrustes foram usadas como variáveis dependentes, permitindo a análise das formas em múltiplas dimensões. Esse modelo multivariado segue as abordagens descritas por Monteiro (1999) e Klingenberg (2016), sendo particularmente útil para investigar as variações geométricas em relação ao tamanho nas formas biológicas de maneira abrangente.

Análises discriminante linear (LDA), também conhecida como análises de variáveis canônicas (CVA), foram realizadas apesar da distribuição de algumas coordenadas de procrustes não possuírem normalidade dentro de cada grupo, sendo uma das premissas desta análise (Campbell & Atchley, 1981; Klingenberg & Monteiro, 2005). Contudo, mesmo sem muita confiabilidade estatística essas análises foram realizadas com o objetivo de realçar as características morfológicas que melhor distinguem os grupos e espécies definidos a priori. Os grupos previamente estabelecidos foram reclassificados por meio de validação cruzada leave-one-out (*jackknife*), resultando em uma matriz de confusão e na porcentagem de classificações corretas.

2.7. COMPARAÇÃO TENERAL / NÃO-TENERAL

Indivíduos adultos recém-emergidos, fase conhecida como teneral, passam por um período de maturação caracterizado pelo endurecimento e escurecimento progressivo da cutícula (Neville, 1983). Em Trichoptera, adultos nessa fase são facilmente identificados pela coloração pálida do exoesqueleto, pela fragilidade dos espécimes e pelo aspecto esbranquiçado da cutícula das asas.

A inclusão e comparação de indivíduos tenerais e não tenerais nas análises morfométricas de delimitação de espécies é uma etapa importante para avaliar o grau de influência do estágio de maturação na variação das estruturas analisadas. Os indivíduos tenerais, por apresentarem exoesqueleto ainda não completamente esclerotizado, podem exibir diferenças de forma e tamanho que não refletem variações entre as espécies, mas apenas condições transitórias do processo de maturação pós-emergência (Chapman, 2013).

Para avaliar possíveis diferenças na conformação da venação alar, foram selecionadas espécies que apresentavam uma quantidade comparável de indivíduos em fase teneral e indivíduos já com desenvolvimento das cutículas, fase não-teneral. As espécies são: *Nectopsyche fuscomaculata* (16 indivíduos tenerais, 15 não-tenerais); *N. ortizi* (12 tenerais, 8 não-tenerais); *N. splendida* (8 tenerais, 5 não-tenerais). Essas fases de desenvolvimento das três espécies foram testadas com as análises de variância do tamanho dos centróides e dos componentes principais.

2.8. VARIAÇÃO GEOGRÁFICA POPULACIONAL

A Bacia do Rio Doce é a segunda maior bacia hidrográfica da Região Sudeste do Brasil, sendo dividida em três grandes regiões: a porção do alto Rio Doce, composta por sub-bacias localizadas no sudoeste da região; o médio Rio Doce, com sub-bacias distribuídas nas regiões noroeste e central; e o baixo Rio Doce, formado por sub-bacias situadas no leste da bacia, abrangendo áreas pertencentes ao estado do Espírito Santo (ANA, 2023).

Algumas das espécies amostradas neste estudo apresentam ampla distribuição dentro da bacia, sendo encontradas em mais de uma de suas subdivisões e, em alguns casos, até em outras bacias hidrográficas (Figura 1). Populações geograficamente separadas podem acumular divergência genética significativa devido à restrição do fluxo gênico, fenômeno conceitualmente definido como isolamento por distância (Wright, 1943; Slatkin, 1993). Esse processo constitui uma forma de diferenciação intraespecífica, frequentemente acompanhado por variações morfológicas (eg. Dobzhansky, 1937; Huxley, 1942). Considerar e entender a variação geográfica das espécies analisadas aumenta a robustez das análises de delimitação de espécies (Chambers et al. 2023).

Para investigar possíveis variações populacionais na conformação da venação alar de indivíduos da mesma espécie em diferentes localidades geográficas, foram selecionadas espécies com ocorrência em pelo menos duas regiões distintas e que apresentavam no mínimo dez exemplares em cada localidade. Quatro espécies atenderam aos critérios de inclusão na

análise: *Nectopsyche aureovittata* (10 indivíduos de Periquito, MG; 24 indivíduos de Canaã, MG; distâncias entre as localidades de 180 km medidas em linha reta); *N. sp. 12* (11 indivíduos de Canaã, MG; 11 indivíduos de Sooretama, ES; distâncias entre as localidades de 300 km); *N. sp. 9* (14 indivíduos do baixo Rio Doce; 32 indivíduos do alto Rio Doce; distâncias mínimas entre amostras de 150 km); e *N. sp. 5* (15 indivíduos do baixo Rio Doce; 29 indivíduos do alto Rio Doce; distâncias mínimas entre amostras de 160 km). Para testar se há diferenças significativas na venação das asas anteriores entre os indivíduos de diferentes localidades de uma mesma espécie, foram realizadas análises de variância do tamanho dos centróides e dos componentes principais.

2.9. ALOMETRIA

A análise das diferenças devidas à alometria é fundamental em estudos de discriminação de espécies com base em suas características morfométricas (Klingenberg, 2016). Diferenças de tamanho entre indivíduos e espécies podem influenciar diretamente a forma de estruturas, gerando variações que não refletem necessariamente diferenças entre as espécies (Gould, 1966).

A alometria das espécies foi analisada por meio do padrão alométrico dos indivíduos dentro de cada espécie, por meio da análise de Componente Alométrico Comum (CAC) (Mitteroecker et al., 2004). Para identificar diferenças entre as trajetórias alométricas, os resíduos das formas do CAC foram correlacionados com os tamanhos dos centróides (CS) por meio de regressão linear de múltiplos grupos (Adams et al., 2013).

As análises foram realizadas em dois softwares estatísticos: o CAC foi calculado no Past4, enquanto a regressão linear de múltiplos grupos foi conduzida no RStudio (ver. 2024.12.0), utilizando o pacote *tidyverse* e seu módulo *ggplot2* para visualizações gráficas. Adicionalmente, regressões lineares separadas para cada espécie foram realizadas no software TPSregr (ver. 1.45, Rohlf, 2016), permitindo a visualização do efeito alométrico individual por espécie.

2.10. DELIMITAÇÃO DE ESPÉCIES E *SPECIES-GROUP*

Dos grupos de espécies (*species-groups*) de *Nectopsyche* propostos na literatura, foram coletadas espécies representativas de cinco grupos (Tabela 2): quatro espécies do *quatuorguttata-group* (Flint, 1983), totalizando 116 indivíduos com asas digitalizadas; cinco

espécies do *pavida-group* (Flint, 1967), com 155 indivíduos; oito espécies do *candida-group* (Flint, 1968), com 155 indivíduos; duas espécies do *gemma-group* (Flint, 1981), com 30 indivíduos; e uma única espécie do *punctata-group* (Oláh & Oláh, 2017), representada por 20 indivíduos. Para avaliar as diferenças na deformação das asas anteriores entre os grupos, foram realizadas análises de componentes principais, análises de variância do tamanho centróides e dos componentes principais. Além disso, análises discriminantes lineares foram conduzidas para maximizar as diferenças observadas entre os grupos. Por fim, dendrogramas foram gerados por meio de análises de agrupamentos hierárquicos, utilizando o algoritmo de média de grupo não ponderada (UPGMA – Unweighted Pair-Group Method Averages) (Sokal & Michener, 1958; Sneath & Sokal, 1973). Estes dendrogramas foram construídos a partir das médias das coordenadas de Procrustes por espécie.

Tabela 2 - Espécies e grupos de espécies dos indivíduos analisados.

Espécie	Descritor	Indivíduos	Grupo	Subgrupo
<i>Nectopsyche adusta</i>	Flint, 1983	39	<i>quatuorguttata-group</i>	-
<i>Nectopsyche aureovittata</i>	Flint, 1983	36	<i>quatuorguttata-group</i>	-
<i>Nectopsyche aymore</i>	Bonfá-Neto & Salles, 2023	28	<i>candida-group</i>	II
<i>Nectopsyche fuscomaculata</i>	Flint, 1983	31	<i>candida-group</i>	I
<i>Nectopsyche ortizi</i>	Holzenthal, 1995	20	<i>gemma-group</i>	-
<i>Nectopsyche punctata</i>	(Ulmer, 1905)	20	<i>punctata-group</i>	-
<i>Nectopsyche separata</i>	(Banks, 1920)	15	<i>candida-group</i>	I
<i>Nectopsyche splendida</i>	(Navás, 1917)	13	<i>candida-group</i>	II
<i>Nectopsyche</i> sp. 1	sp. nov.	17	<i>candida-group</i>	I
<i>Nectopsyche</i> sp. 2	sp. nov.	17	<i>candida-group</i>	I
<i>Nectopsyche</i> sp. 3	sp. nov.	19	<i>pavida-group</i>	-
<i>Nectopsyche</i> sp. 5	sp. nov.	49	<i>pavida-group</i>	-
<i>Nectopsyche</i> sp. 6	sp. nov.	10	<i>gemma-group</i>	-
<i>Nectopsyche</i> sp. 8	sp. nov.	19	<i>pavida-group</i>	-
<i>Nectopsyche</i> sp. 9	sp. nov.	50	<i>pavida-group</i>	-
<i>Nectopsyche</i> sp. 10	sp. nov.	18	<i>pavida-group</i>	-
<i>Nectopsyche</i> sp. 12	sp. nov.	36	<i>quatuorguttata-group</i>	-
<i>Nectopsyche</i> sp. 13		5	<i>quatuorguttata-group</i>	-
<i>Nectopsyche</i> sp. 14	sp. nov.	29	<i>candida-group</i>	II
<i>Nectopsyche</i> sp. 17		5	<i>candida-group</i>	I

O resultado da análise de *species-group*, Seção 3.7., juntamente com as diferenças morfológicas da genitália, direcionou as análises de delimitação de espécies, considerando os grandes grupos e também os grupos das análises de agrupamentos. Com isso, o conjunto de dados foi subdividido em cinco grupos (Tabela 2), excluindo desta análise o grupo *punctata* representado aqui apenas por uma espécie. Para cada um desses grupos foram realizadas

análises separadas, cada grupo com sua própria transformação de Procrustes, PCA, detecção de outlier, testes de variância, e LDA conforme descrito na Seção 2.6.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. ANÁLISE PRELIMINAR

Os cinco primeiros componentes da PCA podem ser considerados significativos com autovalores acima do *Broken Stick*. Esses cinco primeiros PC explicam 78% da variação das formas das asas para as cinco espécies (PC1 = 39,4%; PC2 = 16,5%; PC3 = 10,4%; PC4 = 9,7%; PC5 = 5,8%). Os tamanhos dos centróides tiveram uma correlação de 26,7% com o componente principal PC1 ($R^2 = 0,267$; p-value < 0.05), com o PC2 de 41,9% ($R^2 = 0,419$; p-value < 0.05), e os PC3, PC4 e PC5 com correlações menores que 1% e sem valor significativo ($R^2 < 0,01$; p-value > 0.05).

Os indivíduos identificados como *Nectopsyche adusta* foram divididos em dois setores do morfoespaços na análise de componentes principais, com escores de PC1 e PC2 claramente diferenciados e com diferenças significativas nos testes de par-a-par entre os dois grupos para o PC1 e PC2. Diante disso, todo o material previamente identificado como *N. adusta* foi revisado. Além do marco anatômico (MA 12), que apresentou a maior contribuição para a variância no PC1, foram identificadas diferenças consistentes entre os dois grupos, observadas tanto nas asas quanto na genitália masculina. Sendo assim, tratamos esses dois conjuntos de indivíduos como entidades diferentes, chamados de *N. adusta* Flint, 1983 e *N. sp. 12* (espécie nova).

Os cinco componentes principais (PCs) da análise preliminar de PCA apresentaram diferenças significativas entre as medianas das espécies, conforme indicado pelo teste de Kruskal-Wallis. Além disso, nos testes par-a-par de Dunn's Post Hoc, a maioria das comparações entre pares de espécies revelou diferenças significativas, inclusive em componentes com menor variância, como o PC5 (Apêndice B2). A análise discriminante linear (LDA) obteve os seguintes autovalores e porcentagem de variação explicada dos seus eixos: LD1 = 37,8 e 44,3%; LD2 = 30,7 e 36,0%; LD3 = 13,3 e 15,6%; LD4 = 3,3 e 3,9%. A validação cruzada realizada utilizando o procedimento *leave-one-out* (*jackknifing*) resultou em uma alta taxa de acertos, com 97,35% das classificações corretas. As poucas confusões de discriminação ocorreram entre as espécies *N. adusta* e *N. aureovittata*: dois indivíduos da

espécie *N. adusta* foram incorretamente classificados como *N. aureovittata*, enquanto um espécime de *N. aureovittata* foi classificado como *N. adusta*.

3.2. ERRO DE DIGITALIZAÇÃO

Os resultados da quantificação do erro de medição indicaram uma boa repetibilidade entre as fotografias e suas respectivas digitalizações do mesmo indivíduo. Os valores do coeficiente de correlação intraclasse (ICC) foram classificados como excelentes (Koo & Li, 2016), com valores superiores a 0,9 para os tamanhos dos centróides (Tabela 3) (Apêndice C2). Para os componentes principais, os valores de ICC também foram considerados excelentes nos 14 primeiros componentes; bons, com índices entre 0,75 e 0,9, para os componentes de 15 a 33; e variando de moderados a ruins, com índices inferiores a 0,75, para os últimos sete componentes (Apêndice D2). Esses valores são consistentes com o esperado para medições com baixos níveis de erros, sendo os menores valores de repetibilidade observados concentrados nos últimos componentes principais (Fruciano, 2016).

A análise de ANOVA de Procrustes revelou que as variações entre os indivíduos (MS = 0,0001603) foram significativamente maiores do que as variações entre as fotografias e suas digitalizações (MS = 0,0000019) (Tabela 3). Nas ANOVAs de Procrustes realizadas por espécie, observou-se uma redução nas variações entre os indivíduos. No entanto, essas variações ainda permanecem significativamente maiores quando comparadas às diferenças entre as fotografias (Apêndice E2).

Tabela 3 - Procrustes ANOVA e Correlação Intraclasse do conjunto de dados das fotografias de 2023 e 2024. Siglas: SS = soma dos quadrados; MS = quadrados médios; df = graus de liberdade; F = estatística F e sua significância (*p*); ICC = coeficiente de correlação intraclasse dos CS.

Efeito	SS	MS	df	F	<i>p</i>	ICC
Indivíduo	0,64634724	0,0001603044	4032	81,08	<.0001	0,9368
Fotografia	0,00804301	0,0000019771	4068			

3.3. COMPARAÇÃO TENERAL / NÃO-TENERAL

Os resultados da análise de componentes principais (PCA) revelaram dois componentes principais acima do critério de *broken stick* (PC1 = 65,1%; PC2 = 22,7%), explicando juntos 87,8% da variação da forma nesse conjunto de espécies (Figura 3). A variação observada reflete principalmente as diferenças entre as três espécies analisadas, enquanto as diferenças

intraespecíficas entre indivíduos tenerais e não-tenerais não são perceptíveis em *N. fuscomaculata* e *N. ortizi*. Em *N. splendida*, observa-se uma leve distinção, mas apesar disso, os testes de variância realizados para PC1, PC2 e CS indicam que não há diferenças estatisticamente significativas entre indivíduos tenerais e não-tenerais de uma mesma espécie (Tabela 4).

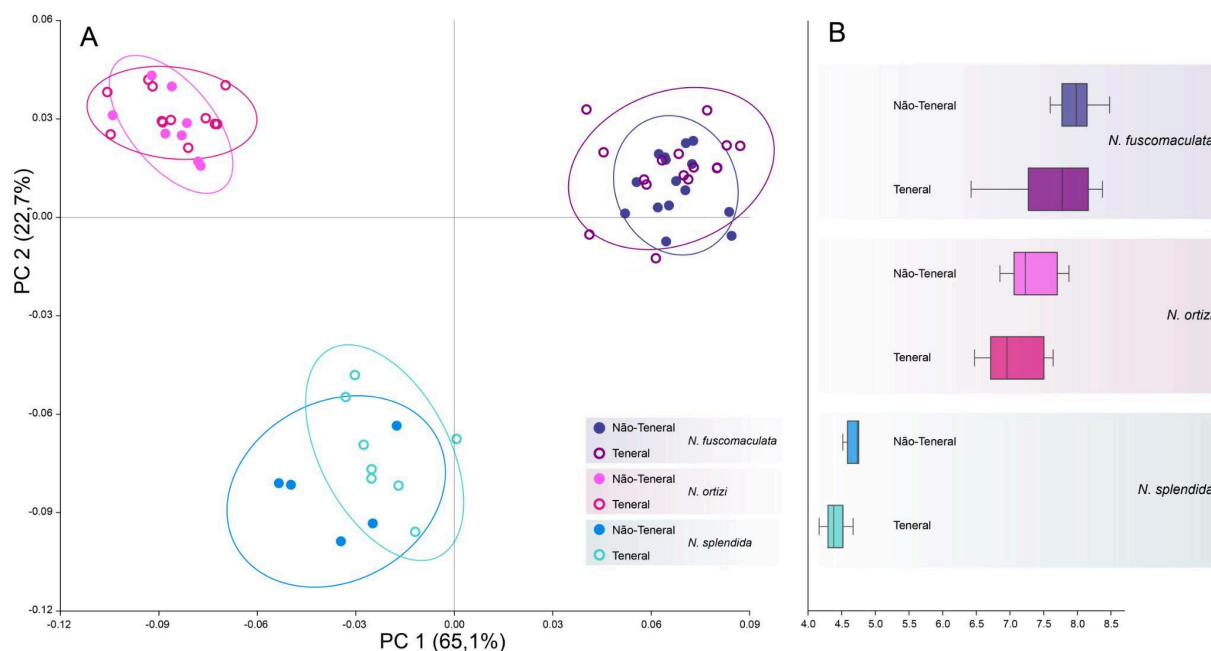


Figura 3 - Análise de componentes principais (A) box-plot do tamanho dos centróides (B) da comparação teneral com não-teneral. Símbolos: círculo preenchido = não-teneral; círculo vazio = teneral. Cor: tons de rosa = *Nectopsyche ortizi*; tons de roxo = *N. fuscomaculata*; tons de azul = *N. splendida*.

Tabela 4 - Teste *Post-Hoc* de Tukey dos PCs e CS das comparações teneral e não-teneral das espécies em análise. Valor de significância (*p*) acima da diagonal e valor de Q Tukey abaixo. Valores significantes em asteriscos (*): * = 0,001–0,05; ** = 0,0001–0,001; *** = 0,0–0,0001.

		<i>N. splendida</i> teneral	<i>N. splendida</i> não-teneral	<i>N. ortizi</i> teneral	<i>N. ortizi</i> não-teneral	<i>N. fuscomaculata</i> teneral	<i>N. fuscomaculata</i> não-teneral
<i>N. splendida</i> teneral	PC1	–	0.2589	***	***	***	***
	PC2	–	0.404	***	***	***	***
	CS	–	0.7809	***	***	***	***
<i>N. splendida</i> não-teneral	PC1	3.095	–	***	***	***	***
	PC2	2.707	–	***	***	***	***
	CS	1.846	–	***	***	***	***
<i>N. ortizi</i> teneral	PC1	16.82	11.11	–	1	***	***
	PC2	29.43	28.13	–	0.9795	*	***
	CS	21.39	16.37	–	0.6897	**	**
<i>N. ortizi</i> não-teneral	PC1	15.43	10.44	0.07968	–	***	***
	PC2	25.94	25.46	1.01	–	0,06849	*
	CS	21.41	16.94	2.067	–	0,1779	*
<i>N. fuscomaculata</i> teneral	PC1	23.9	23.64	47.21	41.72	–	0.9995
	PC2	25.97	24.96	5.728	3.987	–	0.7437
	CS	28.1	21.7	6.297	3.376	–	0.2592
<i>N. fuscomaculata</i> não-teneral	PC1	24.01	23.77	46.97	41.64	0.4604	–
	PC2	24.09	23.41	7.448	5.535	1.939	–
	CS	30.34	23.68	9.081	5.879	3.094	–

Aparentemente, as alterações na cutícula das membranas das asas durante o primeiro período de vida dos adultos não resultaram em diferenças significativas na venação das asas anteriores das três espécies analisadas. Com base nisso, podemos especular e generalizar que essa ausência de diferenças também deve ser esperada nas demais espécies analisadas nas seções subsequentes.

3.4. VARIAÇÃO GEOGRÁFICA POPULACIONAL

A análise de componentes principais (PCA) identificou quatro componentes principais que superaram o critério de *broken stick* (PC1 = 45,1%; PC2 = 16,1%; PC3 = 8,9%; PC4 = 7,5%), explicando, em conjunto, 77,8% da variação na forma entre as espécies analisadas (Figura 4A). Os testes de variância dos componentes principais mostraram diferenças significativas em muitas das comparações par-a-par entre espécies (Apêndice F2). Entretanto, entre localidades de uma mesma espécie, quase não houve diferenças estatísticas (Apêndice F2), com exceção dos valores do PC4 para os indivíduos de *Nectopsyche aureovittata* provenientes das duas localidades distintas. De forma semelhante, os testes de variância dos tamanhos dos centróides revelaram diferenças significativas em várias comparações par-a-par entre espécies, mas poucas diferenças estatísticas entre localidades da mesma espécie. A única exceção foi *Nectopsyche* sp. 5, que apresentou diferenças significativas entre indivíduos das duas regiões do Rio Doce (Figura 4B; Apêndice F2).

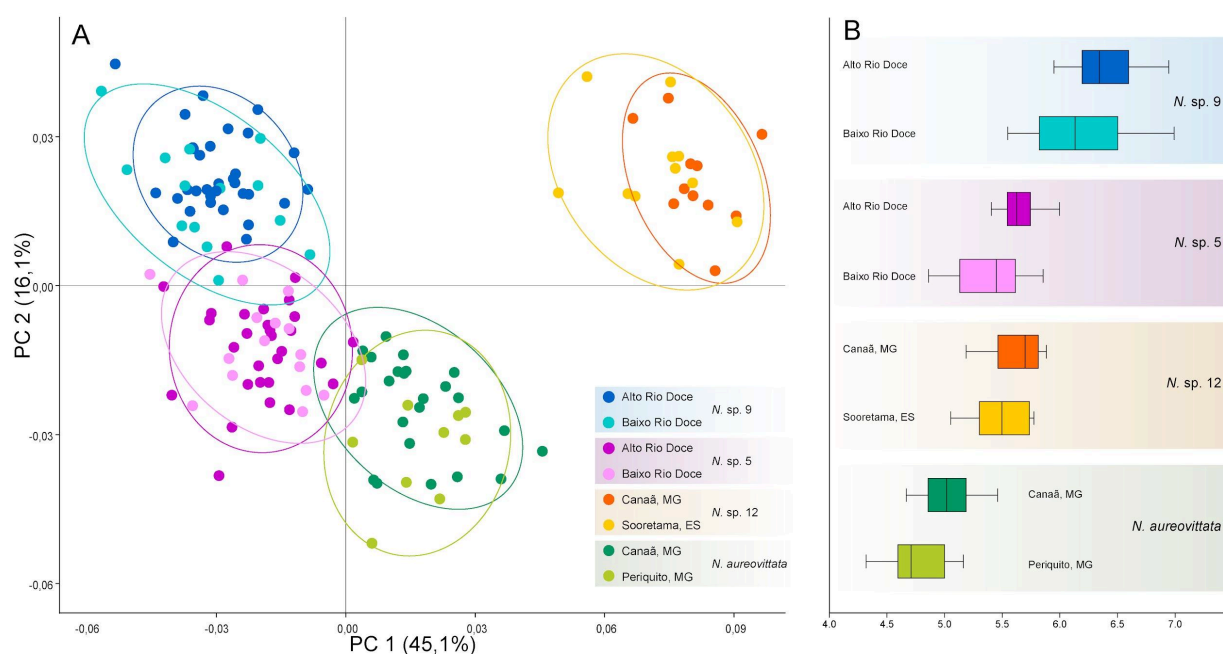


Figura 4 - Análise de componentes principais (A) e tamanho dos centróides (B) da comparação entre localidades.

Nas demais espécies, em que os tamanhos das asas entre localidades ou regiões não apresentaram diferenças estatisticamente significativas (Apêndice F2), observa-se uma maior concentração de indivíduos maiores nas localidades do município de Canaã e na região do alto Rio Doce (Figura 4B). Em todas as comparações, há uma pequena diferença altimétrica entre as localidades analisadas: MG, Canaã, Cachoeira Grande (610 m); MG, Periquito, Rio Corrente (190 m); e ES, Sooretama, Rio São José (25 m). Diferenças semelhantes também são evidentes entre as regiões do alto e baixo Rio Doce. No alto Rio Doce, as altitudes variam de 1060 m (Araponga) a 610 m (Canaã), enquanto no baixo Rio Doce, os locais apresentam altitudes mais baixas, indo de 780 m a apenas 15 m (Santa Teresa = 780 m; Afonso Cláudio = 460 m; Aimorés = 120 m; Nova Venécia = 80 m; Rio Bananal = 70 m; Baixo Guandu = 60 m; Sooretama = 25 m; Linhares = 15 m).

Uma possível explicação para a diferença no tamanho das asas em localidades de maior altitude pode estar associada à regra de Bergmann (Bergmann, 1847), um padrão amplamente observado em diversos táxons, que relaciona o tamanho corporal à temperatura ambiental (James, 1970; Blanckenhorn & Demont, 2004; McCulloch & Waters, 2018). Segundo essa regra, o tamanho corporal tende a aumentar em regiões de temperaturas mais baixas, como áreas de alta latitude e/ou alta altitude. Por outro lado, a regra de Bergmann inversa postula que o tamanho corporal diminui nessas mesmas condições. Nos insetos, há registros de ambos os padrões de variação, tanto pela regra de Bergmann quanto pelo padrão inverso. Os insetos aquáticos, seguem o padrão de Bergmann com maior frequência (McCulloch & Waters, 2018; Cogo et al., 2020).

Os resultados desta análise sugerem que os machos das espécies de *Nectopsyche* possivelmente apresentam maior tamanho em altitudes mais elevadas, alinhando-se à regra de Bergmann. Contudo, essa tendência não é significativa para todas as espécies. Apesar da concentração de indivíduos maiores em localidades de maior altitude, não foram realizados testes específicos de regressão lineares com o valor da altitude com o tamanho dos centróides para avaliar a relação direta entre o tamanho corporal e a altitude das localidades.

3.5. ANÁLISE CONJUNTA DAS ESPÉCIES

Das 476 asas digitalizadas, apenas uma (lâmina: *punctata*001-Timóteo) foi excluída das análises por ser claramente identificada como um *outlier*, apresentando valores discrepantes nas distâncias de Procrustes. Embora também tenham sido detectados *outliers* em relação ao

tamanho dos centróides (Figura 5; Apêndice G2), esses não apresentaram valores elevados nas distâncias de Procrustes e, portanto, foram mantidos nas análises.

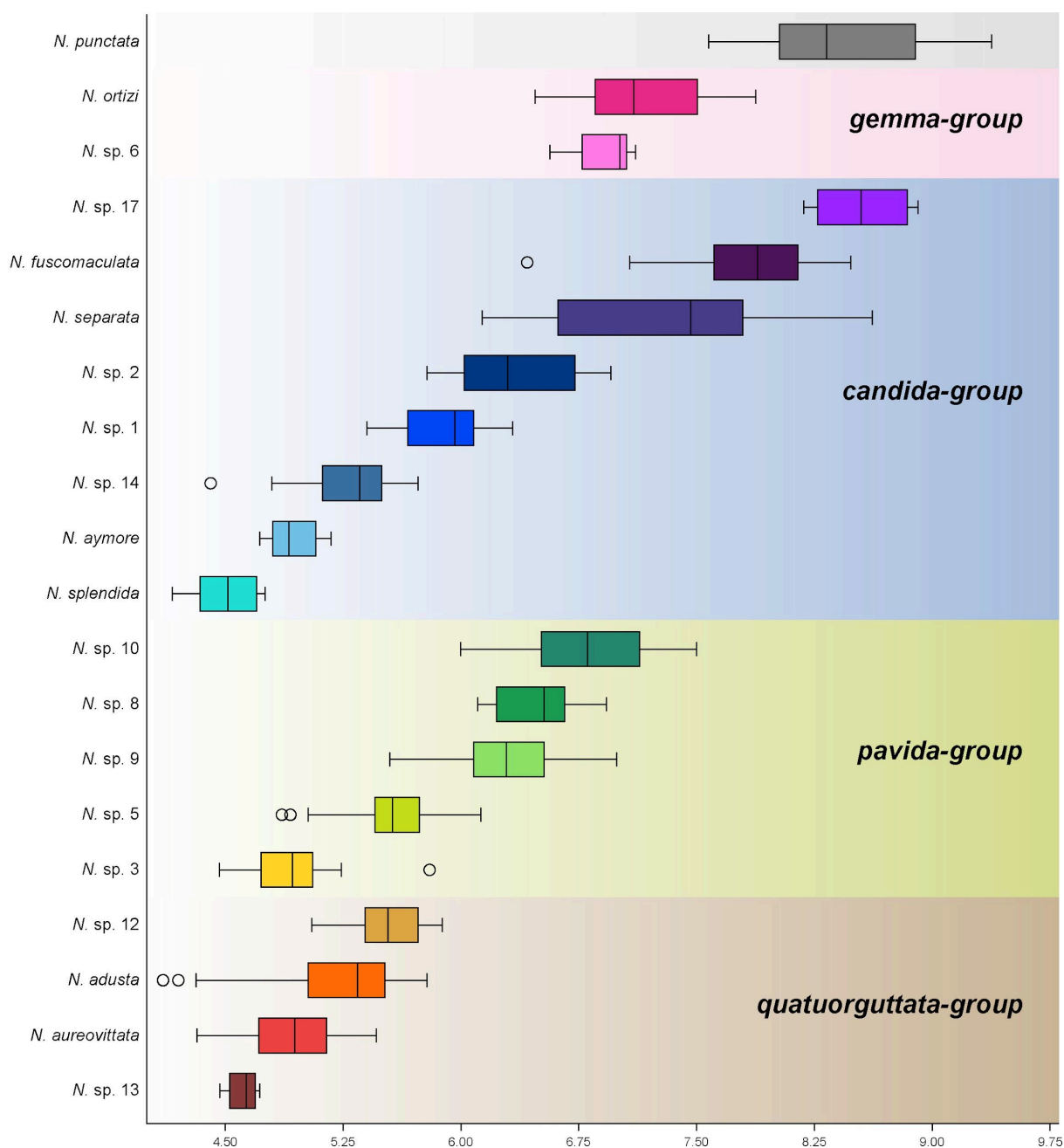


Figura 5 - Tamanhos dos centróides (CS) por espécie. Destacados os *outliers* com pontos brancos. Organizados por *species-group*.

A distribuição dos tamanhos dos centróides por espécie apresentou, na maioria dos casos, distribuição normal, com exceção de duas espécies: *N. adusta* e *N. sp. 5* (Apêndice H2). Estas espécies se destacaram por apresentarem múltiplos *outliers* em relação ao CS (pontos brancos Figura 5). A análise de variância de Kruskal-Wallis revelou diferenças significativas entre as medianas do CS nas espécies analisadas, indicando que a distribuição do tamanho dos centróides varia de maneira significativa entre os grupos. No teste *post-hoc*

de Dunn (Apêndice I2), observou-se que, de maneira geral, as diferenças significativas ocorreram entre três grupos principais: espécies com indivíduos que apresentaram valores médios de CS baixos (4,5–5,7), espécies com valores médios de CS moderados (5,8–7,0), e espécies maiores, com valores médios de CS superiores a 7,0. Essas diferenças indicam uma variação consistente no tamanho do CS entre as espécies analisadas.

Os resultados da PCA mostraram quatro componentes principais acima do critério de *broken stick* (PC1 = 33,9%; PC2 = 20,1%; PC3 = 12,0%; PC4 = 10,3%), explicando juntos 76,5% da variação da forma de todas as espécies analisadas (Figura 6). As deformações das asas anteriores podem ser visualizadas nos escores de cada eixo dos componentes principais na figura 6.

As variações na forma ao longo do eixo do componente principal 1 (PC1) (Figura 6A) estão principalmente relacionadas às seguintes características: uma alteração na proporção do comprimento, com asas mais curtas nos valores positivos e asas mais longas nos valores negativos; a proporção da célula discoidal (DC), que é menor nos valores positivos e maior nos valores negativos; e a posição da bifurcação da veia cubital (MA 12), que ocorre mais próxima à região distal da célula tiridial (TC) nos valores positivos, e mais próxima à região proximal nos valores negativos. Esta última variação está associada ao estreitamento da célula tiridial e ao aumento da forquilha V, que ocorre devido ao alongamento das veias Cu1a e Cu1b. Os valores de PC1 mostraram uma correlação significativa com o tamanho dos centróides (p-value = $4,3456 \times 10^{-73}$), explicando quase 50% da variação ($R^2 = 0,499$) (Figura 6C; Apêndice J2).

No componente principal 2 (PC2) (Figura 6A), as principais deformações envolvem: o alargamento das regiões medial e apical nos valores negativos, e o estreitamento dessas regiões nos valores positivos; o comprimento da célula tiridial, que são menores nos valores negativos e maiores nos positivos; e o alinhamento das três veias transversais (*r*, *r-m* e *m-cu*), que estão dispostas próximas umas das outras, quase formando uma linha vertical, nos valores positivos, e mais distantes nos valores negativos, criando um padrão em “degraus” devido ao desalinhamento. Essa última característica também está levemente presente no PC1. Os valores de PC2 apresentaram uma correlação muito baixa com o tamanho dos centróides (p-value = $7,3907 \times 10^{-4}$), explicando apenas 2% da variação ($R^2 = 0,023$) (Figura 6D; Apêndice J2).

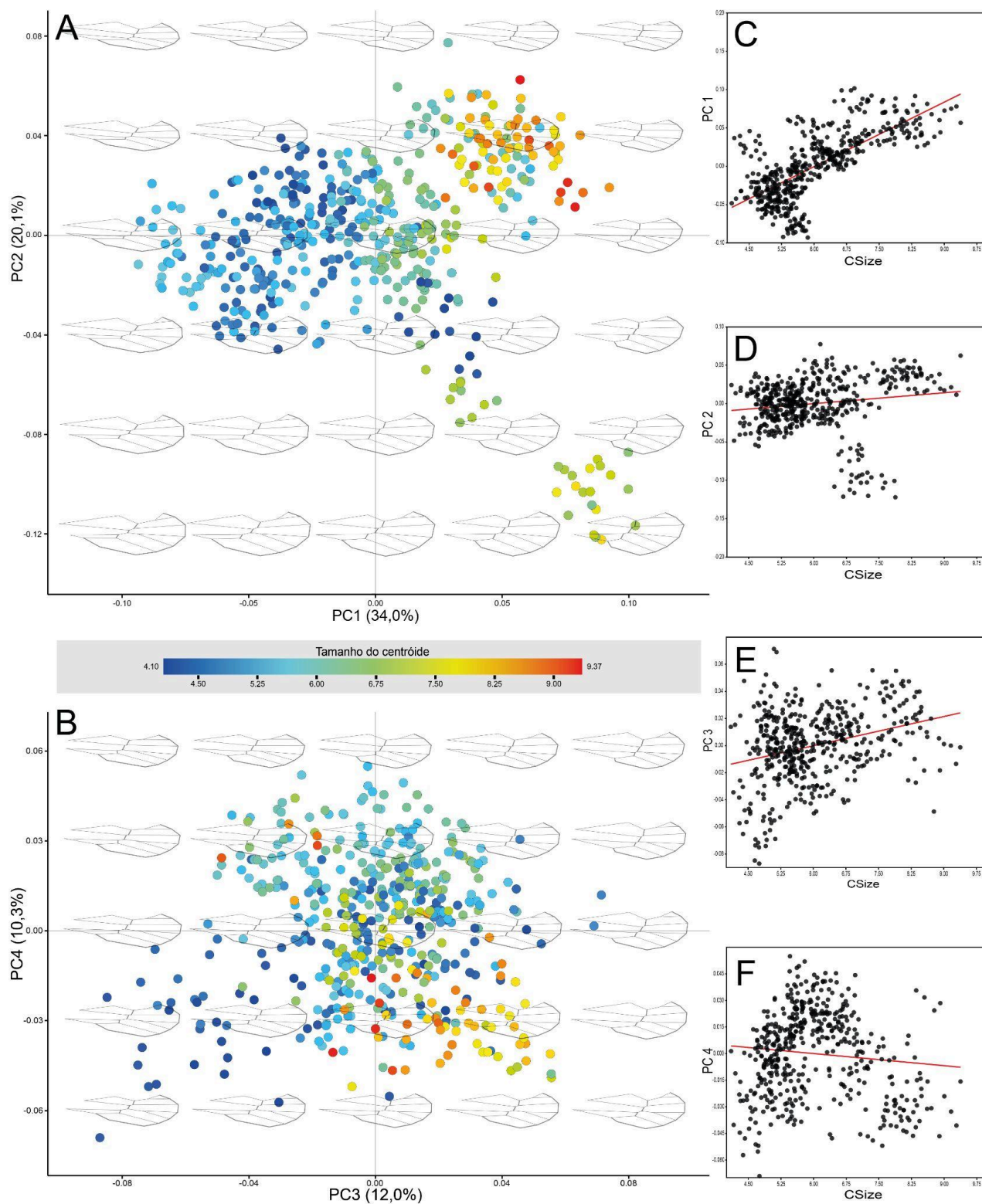


Figura 6 - Análise de componentes principais e regressões lineares dos PCs com CS. Gráficos: **A** = PC1 vs PC2; **B** = PC3 vs PC4; **C** = CS vs PC1; **D** = CS vs PC2; **E** = CS vs PC3; **F** = CS vs PC4. Legenda: tamanhos dos centróides em gradiente *cold-hot*.

O componente principal 3 (PC3) (Figura 6B) reflete variações mais sutis na forma, sendo elas: o desalinhamento da veia transversal *m-cu* em relação às outras duas transversais (*r*, *r-m*), que aparece alinhada nos valores positivos e desalinhada nos negativos; o estreitamento da célula tiridial nos escores negativos e o alargamento nos positivos (mas diferentemente da deformação observada no PC1, no PC3 essa variação está associada à posição vertical da bifurcação da veia cubital). Os valores de PC3 apresentaram uma correlação de 9% com o tamanho dos centróides ($R^2 = 0,092$; p-value = $1,2401 \times 10^{-11}$) (Figura 6E; Apêndice J2).

O componente principal 4 (PC4) (Figura 6B) também reflete variações mais sutis na forma, sendo a principal característica o tamanho da célula discoidal, que é maior nos valores positivos e menor nos valores negativos. Essa variação é semelhante a uma das observadas no componente principal 1, porém, enquanto no PC1 a alteração está relacionada à proporção da célula discoidal, no PC4 parece ser o comprimento absoluto da célula que sofre mudanças. Os valores de PC4 apresentaram uma correlação de apenas 1% com o tamanho dos centróides ($R^2 = 0,010$; p-value = 0,0232) (Figura 6F; Apêndice J2).

3.6. ALOMETRIA

Nos resultados da Seção 3.5., observou-se uma correlação significativa entre o tamanho das asas, representado pelo tamanho do centróide (CS), e os componentes principais 1 e 3 (PC1 = 49,9% p-value = $4,3456 \times 10^{-73}$; PC3 = 9,2% p-value = $1,2401 \times 10^{-11}$). O PC1 revelou como uma das principais variações de forma o encurtamento das asas associado aos valores positivos e o alongamento associado aos valores negativos (Figura 6A). Já no PC3, identificou-se um leve alargamento das asas nos valores positivos e um estreitamento nos valores negativos (Figura 6B). De forma geral, espécies de maior tamanho apresentam asas anteriores mais encurtadas e levemente alargadas, enquanto espécies menores possuem asas anteriores mais alongadas e estreitas.

Contudo, o padrão alométrico comum observada nas relações entre tamanho e forma dentro de cada espécie revelou um padrão aparentemente oposto às diferenças de tamanho entre espécies. O resultado do componente alométrico comum (CAC), quando correlacionado ao tamanho do centróide (CS), demonstra que as espécies possuem alometrias diferentes (Figura 7). De modo geral, o CAC e o CS apresentam uma correlação com inclinações com valores de *slope* entre 0,01–0,03 para a maioria das espécies (Tabela 5). Duas espécies mostraram correlação com valores de *slope* negativos (*N. sp.* 8 e *N. sp.* 13), enquanto outras

duas exibiram inclinações com valores de *slope* muito próximo a zero (*N. aureovittata* e *N. sp. 6*) (Figura 7; Tabela 5), o que reflete padrões únicos de alometria para essas espécies.

O padrão alométrico das espécies com correlação positiva (*slope* entre 0,01–0,03) segue o padrão ilustrado nos *wireframes* apresentados (Figura 7), caracterizado pelas seguintes deformações: indivíduos maiores (*wireframe* à direita) tendem a apresentar asas anteriores mais alongadas e estreitas, com deslocamento anterior da bifurcação de M1+2 e M3+4 (MA 11), resultando em um pecíolo proporcionalmente mais curto. Por outro lado, indivíduos menores (*wireframe* à esquerda) tendem a apresentar asas anteriores mais encurtadas e alargadas, com deslocamento posterior do MA 11, o que torna o pecíolo relativamente mais longo. Em contraste, a tendência alométrica das espécies com inclinação com valores de *slope* negativos seguem o padrão inverso ao descrito ou não exibem as mesmas deformações associadas ao tamanho.

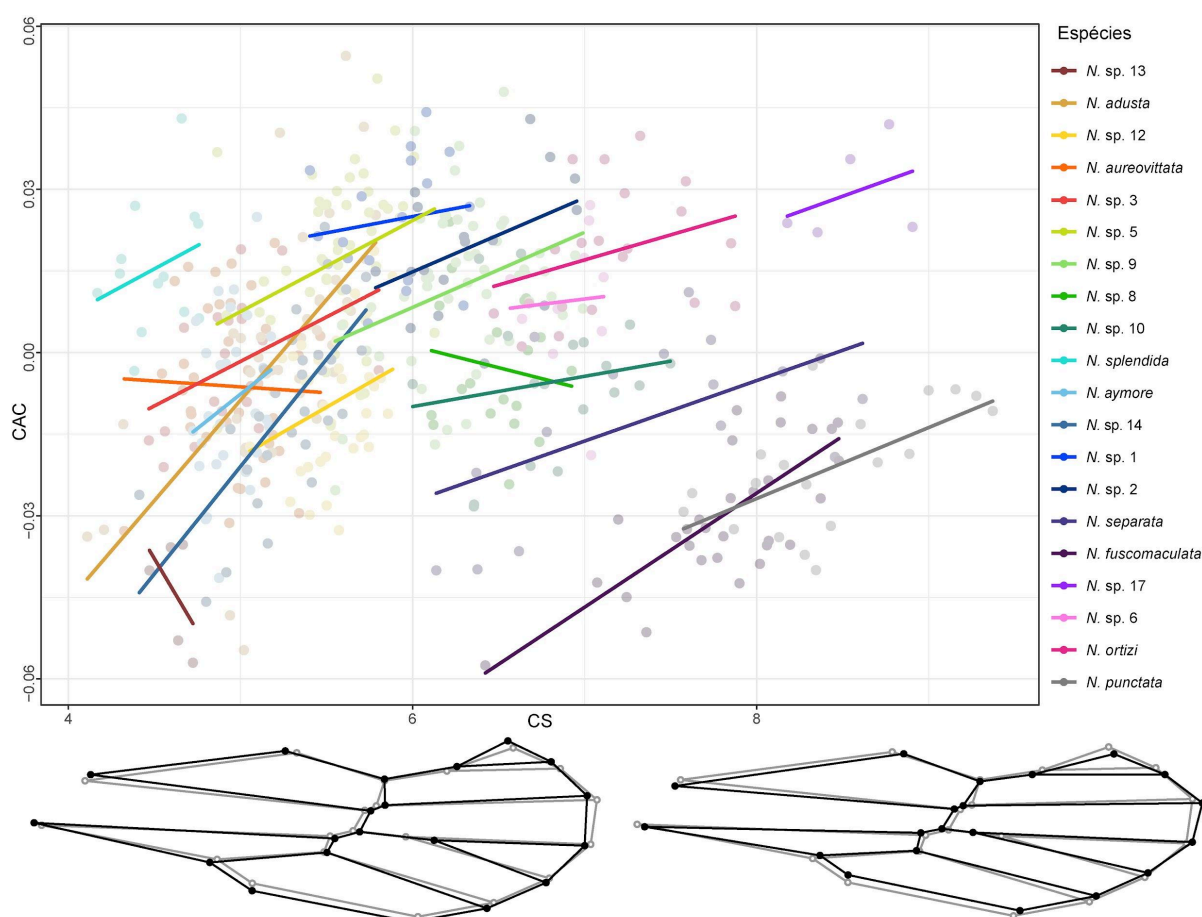


Figura 7 - Regressão linear de múltiplos grupos (CS vs CAC). Padrões alométricos nos *Wireframe* abaixo: padrão dos indivíduos menores à esquerda; padrão dos indivíduos maiores à direita. *Wireframe* cinza média.

Tabela 5 - Correlações dos tamanhos dos centróides das asas anteriores das espécies com as coordenadas de Procrustes (*Shape*) e componente alométrico comum (CAC). Valores de *p* significativos (< 0,05) destacados em negritos.

Espécie	N	CS- <i>Shape</i> (R^2)	%	CS-CAC (R^2)	%	p-value	Slope
<i>N. sp. 13</i>	5	0,1850	18,50	0,2501	25,01	0,39	-0,053
<i>N. adusta</i>	39	0,1246	12,46	0,4153	41,53	9,51×10⁻⁰⁶	0,036
<i>N. sp. 12</i>	36	0,0345	3,45	0,0898	8,98	0,07	0,018
<i>Nectopsyche sp. 3</i>	19	0,0933	9,33	0,1675	16,75	0,08	0,016
<i>N. aureovittata</i>	36	0,0234	2,34	0,0013	0,13	0,83	-0,002
<i>N. sp. 5</i>	49	0,0330	3,30	0,1014	10,14	0,02	0,016
<i>N. sp. 8</i>	19	0,0979	9,79	0,0245	2,45	0,52	-0,008
<i>N. sp. 9</i>	50	0,0374	3,74	0,1038	10,38	0,02	0,013
<i>N. sp. 10</i>	18	0,0670	6,70	0,0276	2,76	0,50	0,005
<i>N. splendida</i>	13	0,2442	24,42	0,0783	7,83	0,35	0,017
<i>N. aymore</i>	28	0,0237	2,37	0,0546	5,46	0,23	0,025
<i>N. sp. 14</i>	29	0,1252	12,52	0,4702	47,02	4,02×10⁻⁰⁵	0,039
<i>N. sp. 1</i>	17	0,1324	13,24	0,0219	2,19	0,57	0,006
<i>N. sp. 2</i>	17	0,1454	14,54	0,1790	17,90	0,09	0,013
<i>N. separata</i>	15	0,1524	15,24	0,2989	29,89	0,03	0,011
<i>N. fuscomaculata</i>	31	0,1186	11,86	0,5339	53,39	3,04×10⁻⁰⁶	0,020
<i>N. sp. 17</i>	5	0,0809	8,09	0,1418	14,18	0,53	0,011
<i>N. sp. 6</i>	10	0,0737	7,37	0,0032	0,32	0,87	0,003
<i>N. ortizi</i>	20	0,0916	9,16	0,0993	9,93	0,17	0,009
<i>N. punctata</i>	19	0,1098	10,98	0,3831	38,31	4,71×10⁻⁰³	0,013

Portanto, dois padrões gerais de alometria foram identificados no conjunto de asas de *Nectopsyche*. O primeiro padrão (correlação do CS com PC1 e PC3), relacionado às relações de tamanho e forma entre as espécies do gênero, caracteriza-se como alometria evolutiva. Já o segundo padrão (correlação do CAC especificados com CS), baseado na correlação de tamanho e forma entre indivíduos de um mesmo estágio de uma única espécie, é considerado alometria estática (Gould, 1966; Klingenberg, 2016).

Diferenciar esses tipos de alometria é fundamental, pois a variação da forma em relação ao tamanho das asas dos insetos são influenciadas por diversos fatores que operam em diferentes escalas (Cheverud, 1982). Esses fatores incluem aspectos ecológicos (como ambiente, comportamento, disponibilidade de recursos, competição e predação), mecânica do voo (como velocidade, frequência de batimento das asas, amplitude de movimento, razão de aspecto e musculatura) e fatores filogenéticos (como ancestralidade, seleção natural e sexual, e padrões biogeográficos) (Dudley, 2002).

Os dois tipos de alometria identificados neste estudo parecem estar associados a diferentes fatores. A alometria estática observada (Figura 7), em que indivíduos maiores apresentam asas mais delgadas e alongadas, enquanto indivíduos menores possuem asas mais alargadas e curtas, pode ser explicada pelas previsões da aerodinâmica das asas (Ellington, 1984; Belyaev & Farisenkov, 2019). Esse padrão de alongamento das asas com o aumento do

tamanho corporal já foi demonstrado em outros grupos de insetos (eg. Danforth, 1989; Belyaev & Farisenkov, 2019).

Por outro lado, a alometria evolutiva entre as espécies de *Nectopsyche* revelou um padrão distinto: espécies maiores apresentam asas mais largas e curtas, enquanto espécies menores possuem asas mais alongadas. Esse padrão, contrário ao esperado pelo design aerodinâmico, também foi observado em donzelinhas da família Calopterygidae (Outomuro et al., 2013). Essa divergência sugere que outros fatores além da aerodinâmica estão influenciando a relação do tamanho e forma das asas.

Em insetos, asas longas e estreitas são geralmente mais eficientes energeticamente para voos de longa distância, enquanto asas curtas e largas são mais adequadas para voos curtos e ágeis (Betts & Wootton, 1988; DeVries et al., 2010). Dessa forma, a alometria evolutiva identificada neste estudo pode estar associada a fatores que favorecem voos mais curtos e manobráveis nas espécies de maior tamanho, como possíveis pressões ecológicas, comportamentais ou filogenéticos.

3.7. DELIMITAÇÃO DE *SPECIES-GROUP*

Os mesmos 475 indivíduos utilizados na análise geral foram considerados nas comparações entre os grupos de espécies, resultando nos mesmos valores de tamanho do centróide (CS) e nas mesmas deformações na forma das asas descritas pelos componentes principais (PCs) na Seção 3.5. Os testes de distribuição do tamanho dos centróides para os diferentes grupos revelaram que *pavida-group*, *gemma-group* e *punctata-group* apresentaram distribuições normais, enquanto *quatuorguttata-group* e *candida-group* mostraram distribuições não normais. Em relação aos quatro componentes principais (PCs), apenas o PC1 apresentou normalidade para *pavida-group* e *punctata-group*. No caso do PC2, a normalidade foi ausente apenas para *candida-group*. O PC3 apresentou normalidade para *punctata-group* e *gemma-group*. E no PC4, não houve normalidade nos grupos *pavida-group* e *candida-group*.

Os resultados das análises de variância (Kruskal-Wallis) indicaram diferenças significativas entre os grupos de espécies, tanto em relação aos tamanhos dos centróides quanto aos quatro primeiros componentes principais. Contudo, os testes *post-hoc* (Mann-Whitney) revelaram que o CS e alguns PCs não apresentaram diferenças significativas entre determinados grupos, especialmente entre o *pavida-group* e o *candida-group* (Tabela 6). Esse resultado também é evidenciado no gráfico de PCA dos componentes principais PC1 e

PC2 (Figura 8A), no qual o *candida-group* não forma um agrupamento claro, mas sim três aglomerados.

Tabela 6 - Teste Mann-Whitney dos CS e PCs das comparações dos grupos de espécies. Valores significantes em asteriscos (*): * = 0,001–0,05; ** = 0,0001–0,001; *** = 0,0–0,0001.

		<i>quatuorguttata-group</i>	<i>pavida-group</i>	<i>candida-group</i>	<i>gemma-group</i>	<i>punctata-group</i>
<i>quatuorguttata-group</i>	CS	–	***	***	***	***
	PC1	–	***	***	***	***
	PC2	–	0,07152	*	***	***
	PC3	–	***	*	**	***
	PC4	–	***	*	0,2441	***
<i>pavida-group</i>	CS	***	–	0,06832	***	***
	PC1	***	–	**	***	***
	PC2	0,07152	–	0,10400	***	***
	PC3	***	–	0,08164	0,8362	0,1334
	PC4	***	–	***	***	***
<i>candida-group</i>	CS	***	0,06832	–	**	***
	PC1	***	**	–	***	***
	PC2	*	0,10400	–	***	**
	PC3	*	0,08164	–	0,6348	0,7102
	PC4	*	***	–	0,3644	***
<i>gemma-group</i>	CS	***	***	**	–	***
	PC1	***	***	***	–	0,2723
	PC2	***	***	***	–	***
	PC3	**	0,8362	0,6348	–	0,2070
	PC4	0,2441	***	0,3644	–	***
<i>punctata-group</i>	CS	***	***	***	***	–
	PC1	***	***	***	0,2723	–
	PC2	***	***	**	***	–
	PC3	***	0,1334	0,7102	0,2070	–
	PC4	***	***	***	***	–

A distribuição dos grupos e espécies no morfoespaço dos eixos PC1 e PC2, descrita na Seção 3.5., é apresentada na Figura 8. As espécies do *pavida-group* estão concentradas na região central do gráfico, próximas aos valores zero de ambos os componentes. No grupo *quatuorguttata*, as espécies encontram-se nos eixos negativos do PC1, próximos ao centro do eixo do PC2. Os indivíduos da espécie *Nectopsyche* sp. 12 destacam-se por se estenderem para os valores mais negativos do eixo PC1, ocupando o extremo negativo desse eixo.

No *candida-group*, observa-se a formação de três aglomerados distintos. O primeiro está localizado no eixo positivo do PC1 e negativo do PC2, composto exclusivamente por *N. splendida*. O segundo aglomerado aparece nos eixos negativos de PC1 e PC2, formado por *N. aymore* e *N. sp. 14*. O terceiro, maior, ocupa os quadrantes positivos de PC1 e PC2 e inclui as demais cinco espécies do grupo.

O *gemma-group*, com apenas duas espécies, posiciona-se no eixo positivo do PC1 e negativo do PC2, com *N. ortizi* ocupando uma posição ao extremo desses dois eixos. Por sua vez, *N. punctata*, que representa o seu próprio grupo, está localizada nos quadrantes positivos de ambos os eixos PC1 e PC2.

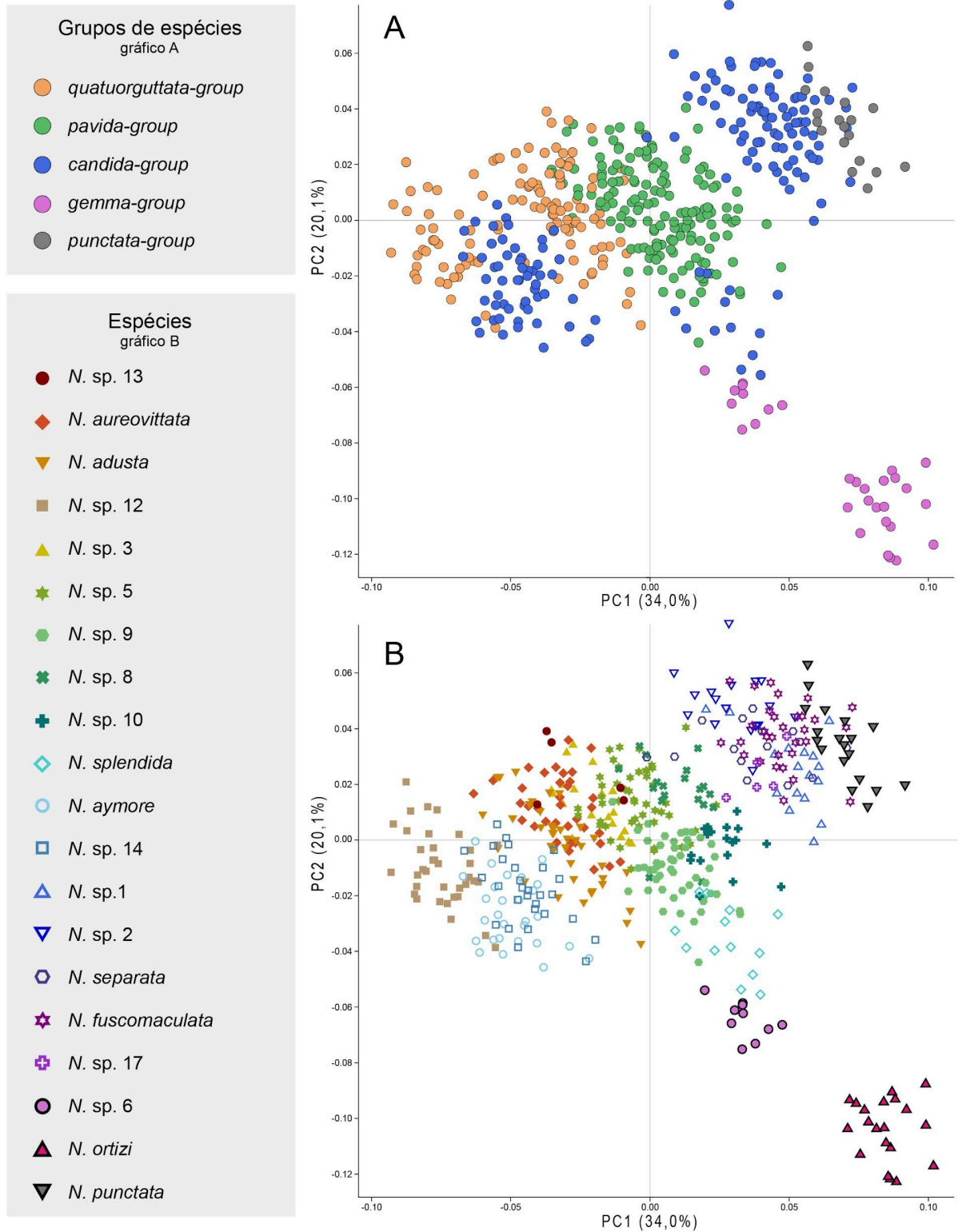


Figura 8 - Análise de componentes principais (PCA). Gráfico do PC1 vs PC2. **A** - Legenda dos grupos de espécies. **B** - Legenda das espécies.

Nas análises de agrupamento (*cluster*), foi gerado o dendrograma de distâncias euclidianas construído a partir das médias das coordenadas de Procrustes por espécie (Figura 9). Três grandes grupos estão presentes, o primeiro é formado majoritariamente pelas espécies do grupo *gemma* e por *N. splendida*, sendo denominado ***gemma-splendida***. Trata-se de um grupo menor e o mais distante nas análises. O segundo grupo é composto pelas espécies dos grupos *quatuorguttata* e *pavida*, juntamente com *N. aymore* e *N. sp. 14*, sendo referido como ***quatuorpavidaymore***. O terceiro grupo reúne as espécies dos grupos *candida* e *punctata*, agrupadas sob o nome ***candida-punctata***. Os dois últimos formam, juntos, um grande agrupamento bem definido (Figura 9).

As principais características das asas anteriores que fundamentam esses agrupamentos podem ser observadas no diagrama (*wireframe*) das asas, apresentado em frente aos ramos de cada espécie no dendrograma da Figura 9 e nas fotografias das asas de representantes de cada grupo (Figura 10). Esses agrupamentos podem ser distinguidos com base nos seguintes conjuntos de caracteres:

1. *candida-punctata*: Asas levemente estreitas; porção proximal da célula discoidal localizado distalmente a porção proximal da célula tiridial; veias transversais alinhadas, dispostas próximas umas das outras, formando quase uma linha vertical (Figura 10A).
2. *quatuorpavidaymore*: Asas estreitas; porção proximal da célula discoidal próximo a porção proximal da célula tiridial; veias transversais mais curtas, com destaque para a m-cu, que pode ser até duas vezes menor que as demais veias transversais; veias transversais desalinhadas, formando um padrão em degraus (Figura 10B).
3. *gemma-splendida*: Asas mais curtas e largas; porção proximal da célula discoidal localizado distalmente a porção proximal da célula tiridial; veias transversais longas e desalinhadas, formando um padrão em degraus (Figura 10C). Uma exceção é observada em *N. splendida*, que não apresenta asas marcadamente curtas e largas, sendo essa característica menos pronunciada na espécie.

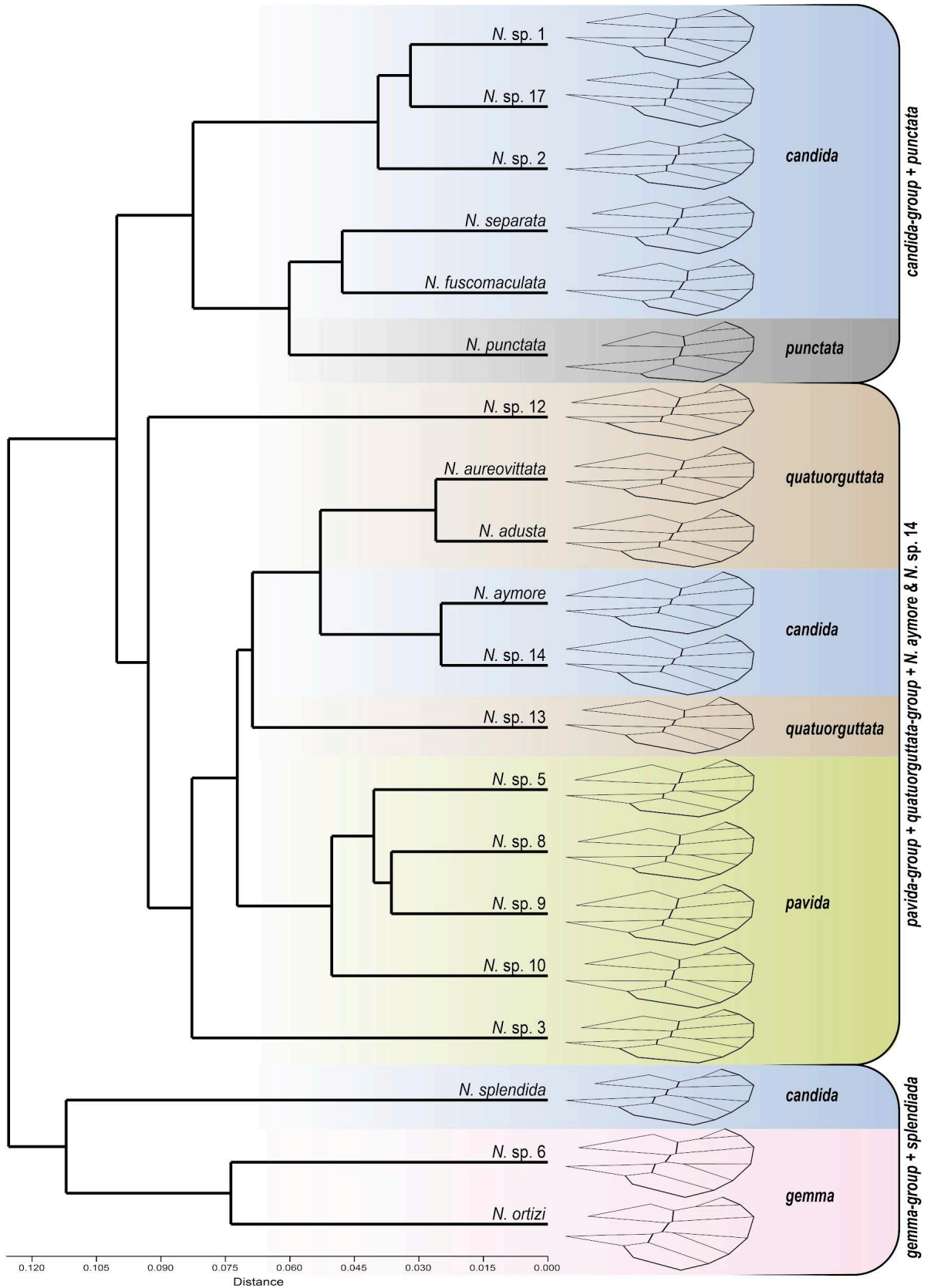


Figura 9 - *Cluster* das coordenadas de Procrustes por espécie. Diagrama (*wireframe*): consensus das espécies em frente dos ramos. Cores: grupos propostos na literatura. Nomes verticais: principais grupos detectados.

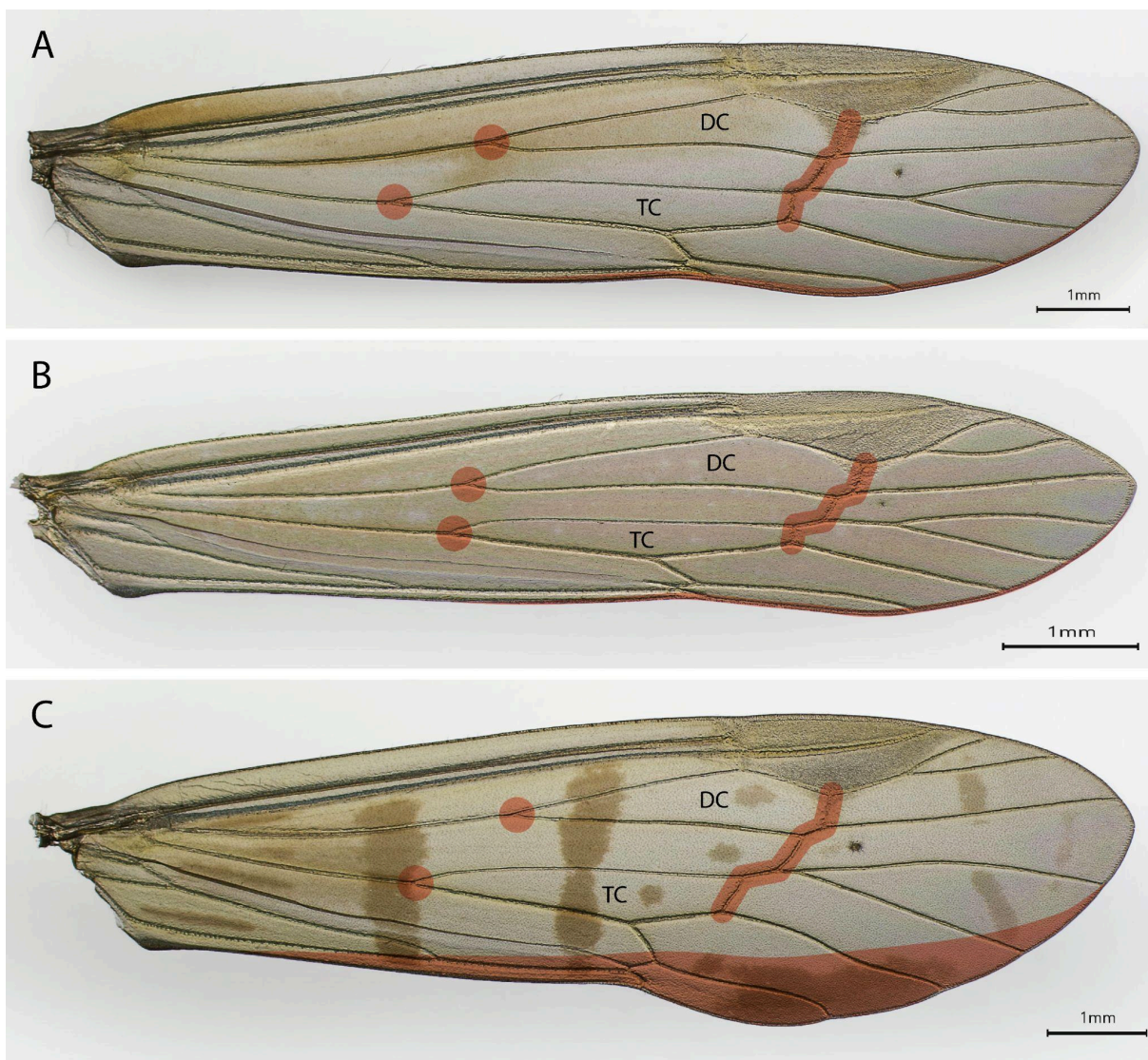


Figura 10 - Venação das asas anteriores entre os grupos. **A**, *N. separata*. **B**, *N. adusta*. **C**, *N. ortizi*. Principais diferenças destacadas em vermelho. Abreviações: DC, célula discoidal; TC, célula tiridial.

Os agrupamentos propostos na literatura são construções artificiais, baseadas em semelhanças morfológicas das genitálias e nos padrões de coloração de cerdas e escamas, criados com o objetivo de facilitar a identificação das espécies (Flint, 1983; Holzenthal, 1995). Assim, a venação das asas anteriores poderiam exibir também conformações morfológicas semelhantes às espécies que apresentam genitália e coloração das vestimentas similares, refletindo nos agrupamentos obtidos nas análises e correspondendo aos grupos propostos na literatura. Em parte, os resultados demonstraram uma correspondência entre os grupos propostos na literatura e a disposição da venação das asas, indicando certa consistência entre os critérios morfológicos utilizados e os padrões observados nas análises. No entanto, as

análises também evidenciaram duas fragmentações no grupo de espécies *candida*, e uma difícil distinção entre a venação das asas dos grupos *quatuorguttata* e *pavida* (Figuras 9 e 10).

A fragmentação do grupo *candida* e a aproximação dos grupos *quatuorguttata* e *pavida* podem ser atribuídas a diversos fatores. A ausência de informações sobre a história evolutiva das espécies do grupo impede uma discussão aprofundada sobre os possíveis fatores envolvidos nesses resultados. Tanto os grupos de espécies quanto os agrupamentos obtidos nas análises deste presente estudo baseiam-se em similaridades morfológicas, que agrupam as espécies unicamente por semelhanças presentes nas estruturas analisadas. Vale ressaltar que tais agrupamentos não refletem, necessariamente, a história evolutiva do gênero. Portanto, são necessários estudos filogenéticos abrangentes com o gênero *Nectopsyche* para elucidar os fatores responsáveis pela divergência observada no *candida-group* e similaridades dos grupos *quatuorguttata* e *pavida*.

3.8. DELIMITAÇÃO DE ESPÉCIES

Os quatro componentes principais da PCA acima do critério de *broken stick* e o tamanho dos centróides da análise conjunta de todas as espécies, obtiveram diferenças significativas entre as medianas nos testes de variância Kruskal-Wallis. Os testes par-a-par entre as espécies foram significativas na maioria das comparações, e a análise discriminante linear (LDA) com porcentagem de classificações corretas pelo método *Jackknife* de 97%, sendo os erros de classificação envolvendo algumas poucas espécies. Essas análises foram detalhadas a seguir para cada grupo ou subgrupo analisados independentemente para melhor resolução dos resultados.

GRUPO *CANDIDA*

candida-group I - *N. sp. 17*, *N. sp. 1*, *N. sp. 2*, *N. separata*, *N. fuscomaculata*.

A análise de componentes principais (PCA) identificou dois componentes principais que superaram o critério de *broken stick* (PC1 = 59,9%; PC2 = 9,5%), explicando, em conjunto, 69,4% da variação na forma entre as espécies analisadas. Os testes de variância dos tamanhos dos centróides (Figura 5) mostraram diferenças significativas em quase todas as comparações par-a-par entre espécie, com exceção entre as espécies *Nectopsyche sp. 1* e *N. sp. 2* (Apêndice K2). Nos testes dos componentes principais, o PC1 não foi significativo entre

as espécies *N. sp. 17*, *N. sp. 1* e *N. sp. 2*, e o PC2 não apresentou diferença entre as espécies *N. sp. 17* e *N. sp. 1*, entre *N. sp. 17*, *N. separata* e *N. fuscomaculata*, entre *N. sp. 2* e *N. separata*, e por fim, entre *N. separata* e *N. fuscomaculata* (Apêndice K2).

A análise discriminante linear (LDA) ou análise de variáveis canônicas (CVA) (Figura 11) revelou uma variação de 85% no primeiro eixo, 9% no segundo, 3% no terceiro e 2% no quarto eixo. A porcentagem de classificações corretas pelo método *Jackknife* foi de 92,9%, com erros de classificação concentrados na matriz de confusão envolvendo as espécies *N. sp. 17*, *N. sp. 1* e *N. sp. 2*. As principais deformações das asas anteriores que distinguem essas cinco espécies podem ser visualizadas nos *wireframes* apresentados na Figura 11.

A espécie *N. fuscomaculata* diferencia-se das demais principalmente pelo alongamento da célula tiridial, pelo alargamento das células discoidal e tiridial, e pelo deslocamento das veias transversais em direção à região apical. As deformações observadas em *N. separata* são mais moderadas, apresentando um leve alongamento da célula tiridial, com ambas as células mantendo larguras próximas às médias das espécies analisadas. Por outro lado, as três espécies mais relacionadas, *N. sp. 17*, *N. sp. 1* e *N. sp. 2*, exibem diferenças mais sutis. Entre elas, destaca-se a leve projeção da margem apical em *Nectopsyche sp. 1* e o estreitamento da asa em *Nectopsyche sp. 2*.

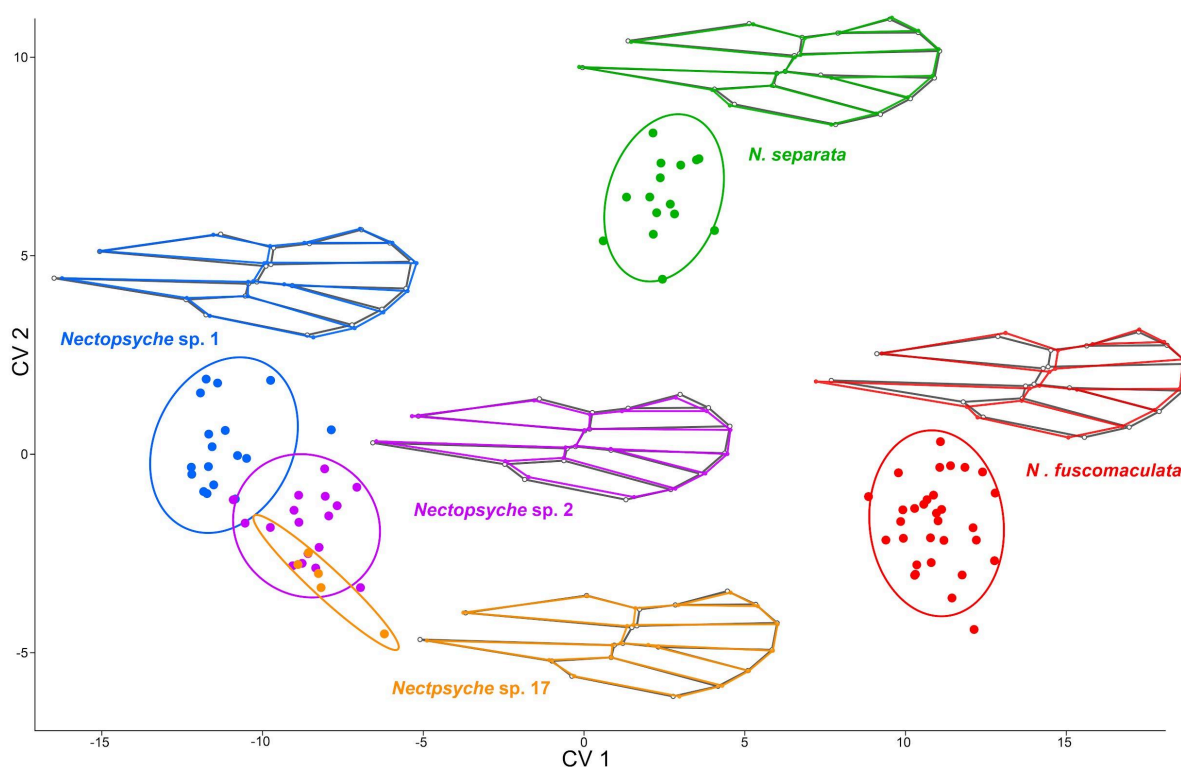


Figura 11 - Análise de Variáveis Canônicas (CV1 vs CV2) do *candida-group* subgrupo I. *Wireframe* coloridos média por espécie. *Wireframe* cinza média do subgrupo.

candida-group II - *N. aymore*, *N. sp. 14* e *N. splendida*.

A PCA identificou um único componente principal acima do critério de *broken stick*, com o PC1 explicando 68,3% da variação total. Os testes de variância do CS (Figura 5) e do PC1 revelaram diferenças significativas nos comparativos par-a-par entre todas as três espécies (Apêndice L2). A LDA/CVA (Figura 12) mostrou uma variação de 94% no primeiro eixo e 6% no segundo eixo. A porcentagem de classificações corretas pelo método *Jackknife* foi de 91,4%, com os erros de classificação concentrados nas espécies *N. aymore* e *N. sp. 14*. As principais deformações das asas anteriores que distinguem essas espécies são ilustradas nos *wireframes* da Figura 12.

A espécie *N. splendida* apresenta características do grupo *gemma-splendida*, conforme identificado na Seção 3.7., contrastando com as duas espécies que exibem características associadas ao grupo *quatuorpavidaymore*. Entre as duas espécies relacionadas, *N. aymore* e *N. sp. 14*, as diferenças são mais suaves, com difícil distinção entre as asas dessas duas espécies, apesar da significância estatística. Tendo como principal diferença um leve alongamento na região apical e leve encurtamento da célula tiridial em *N. aymore*, com proporção inversa em *N. sp. 14*.

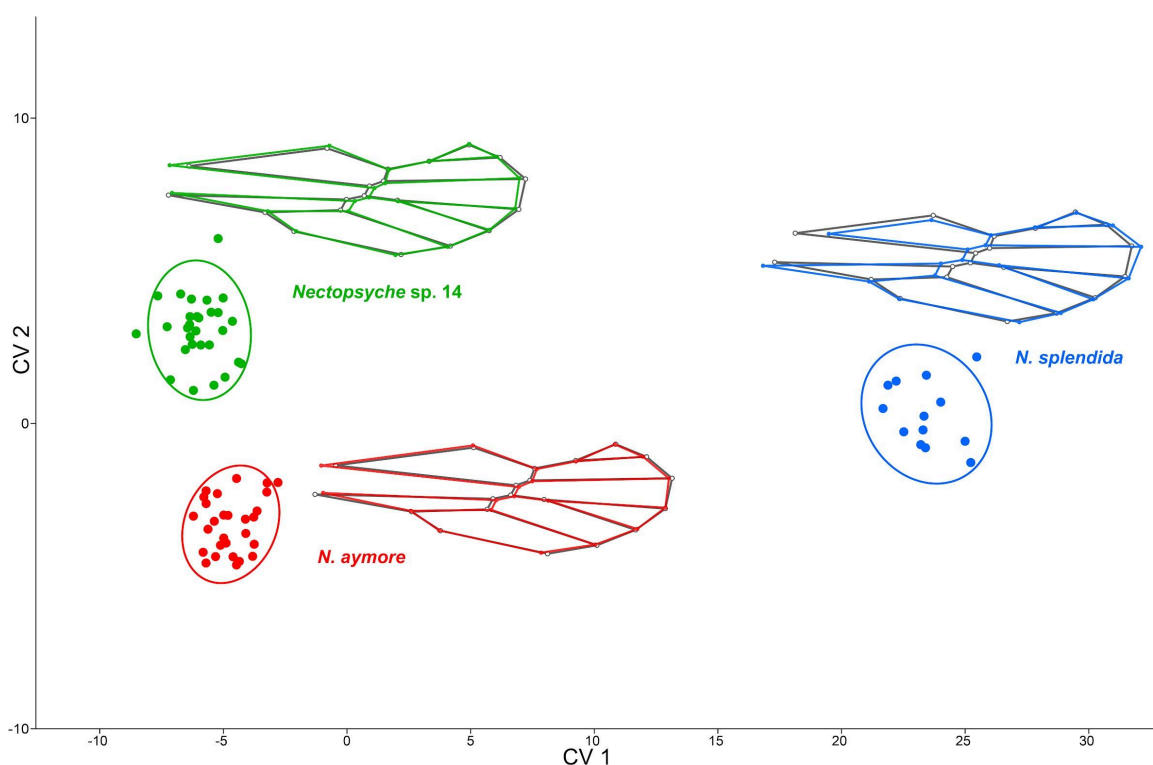


Figura 12 - Análise de Variáveis Canônicas (CV1 vs CV2) do *candida-group* subgrupo II. *Wireframe* coloridos média por espécie. *Wireframe* cinza média do subgrupo.

GRUPO *QUATUORGUTTATA*

N. aureovittata, *N. adusta* e *N. sp. 12*, *N. sp. 13*.

A PCA identificou três componentes principais acima do critério de *broken stick* (PC1 = 44,6%; PC2 = 15,6%; PC3 = 8,4%) explicando 68,6% da variação total. Os testes de variância do CS (Figura 5) não obteve diferenças significativas nos teste de par-a-par somente entre as espécies *N. aureovittata* e *N. sp. 13* (Apêndice M2). Nos testes dos componentes principais, o PC1 não foi significativo entre as espécies *N. aureovittata* e *N. sp. 13*, e entre *N. adusta* e *N. sp. 13*. Os PC2 e PC3 não obtiveram diferenças entre *N. aureovittata* e *N. sp. 12*, e entre *N. adusta* e *N. sp. 12* (Apêndice M2).

A LDA/CVA (Figura 13) mostrou uma variação de 87% no primeiro eixo, 8% no segundo e 4% no terceiro eixo. A porcentagem de classificações corretas pelo método *Jackknife* foi de 97,4%, com os erros de classificação concentrados nas espécies *N. aureovittata* e *N. sp. 13*. As principais deformações das asas anteriores que distinguem essas quatro espécies podem ser visualizadas nos *wireframes* apresentados na Figura 13.

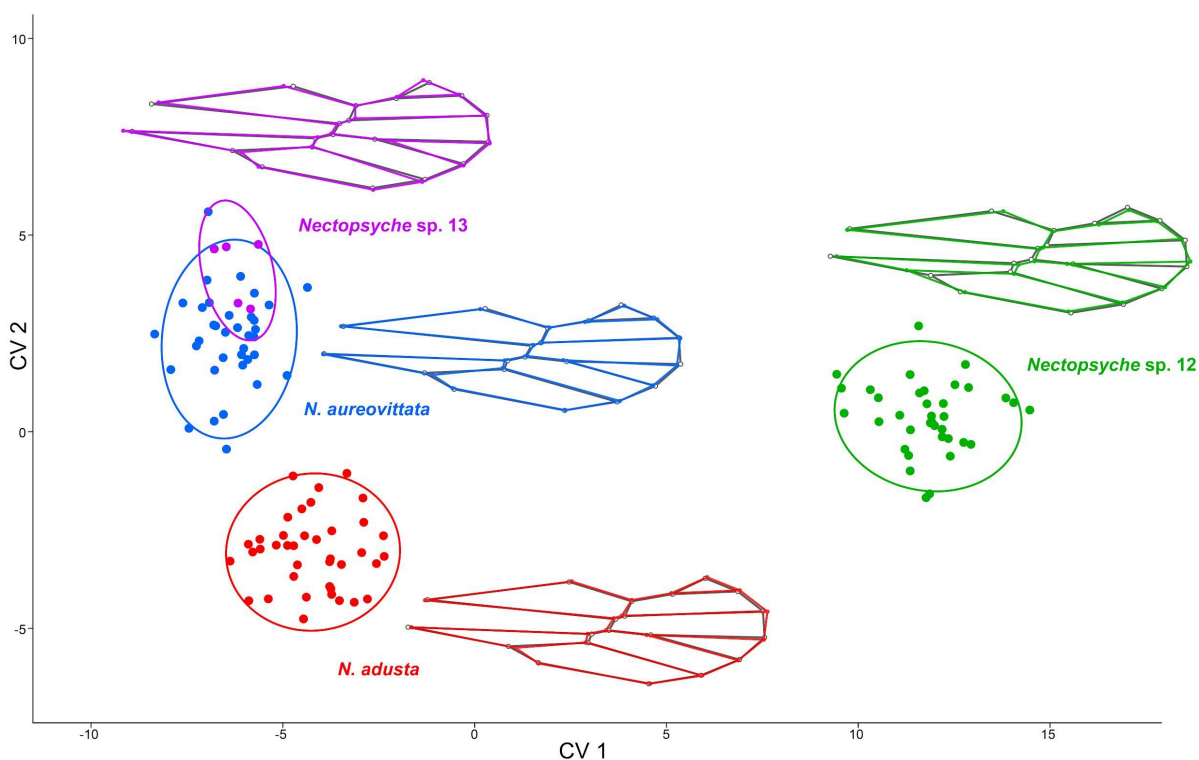


Figura 13 - Análise de Variáveis Canônicas (CV1 vs CV2) do *quatuorguttata-group*. *Wireframe* coloridos média por espécies. *Wireframe* cinza média do grupo.

A espécie *Nectopsyche sp. 12* diferencia-se das demais pelo deslocamento acentuado da bifurcação de *Cu1a* e *Cu1b* (MA 12) para região proximal da célula tiridial. As espécies *N.*

aureovittata, *N. sp. 13* e *N. adusta* são mais relacionadas, com conformação da venação das asas mais aproximadas, com diferenças mais brandas entre elas. Essas pequenas diferenças são um leve alongamento na região apical de *N. adusta*, um pecíolo da bifurcação de M1+2 e M3+4 (MA 11) mais longo e forquilha I mais larga em *N. sp. 13* (Figura 13).

GRUPO *PAVIDA*

N. sp. 3, *N. sp. 5*, *N. sp. 8*, *N. sp. 9* e *N. sp. 10*.

A PCA identificou quatro componentes principais acima do critério de *broken stick* (PC1 = 37,9%; PC2 = 16,0%; PC3 = 10,3%; PC4 = 7,6%) explicando 71,8% da variação total. Os testes de variância do CS (Figura 5) não obtiveram diferenças significativas nos testes de par-a-par entre as espécies *N. sp. 8*, *N. sp. 9* e *N. sp. 10* (Apêndice N2). Nos testes dos componentes principais, o PC1 não foi significativo entre as espécies *N. sp. 8* e *N. sp. 10*. No PC2 não foram significativas as diferenças entre *N. sp. 8* e *N. sp. 9*, e entre *N. sp. 9* e *N. sp. 3*. No PC3 não obteve significância entre *N. sp. 8* e *N. sp. 10*, entre *N. sp. 9* e *N. sp. 3*, e entre *N. sp. 3*, *N. sp. 5* e *N. sp. 10*. E por fim, o PC4 não foi significativo entre as espécies *N. sp. 8* e *N. sp. 9*, entre *N. sp. 3* e *N. sp. 8* e entre *N. sp. 3* e *N. sp. 9* (Apêndice N2).

A LDA/CVA (Figura 14) mostrou uma variação de 49% no primeiro eixo, 38% no segundo, 9% no terceiro e 3% no quarto eixo. A porcentagem de classificações corretas pelo método *Jackknife* foi de 96,7%, com os erros de classificação concentrados nas espécies *N. sp. 8* e *N. sp. 9*. As principais deformações das asas anteriores que distinguem essas cinco espécies podem ser visualizadas nos *wireframes* apresentados na Figura 14.

A espécie *Nectopsyche sp. 3* diferencia-se das demais espécies pelo estreitamento das asas, pecíolo da bifurcação de M1+2 e M3+4 (MA 11) mais longo e veia transversal *m-cu* deslocada proximalmente em relação às demais veias transversais. As deformações observadas em *Nectopsyche sp. 5* são mais moderadas, com venação próxima às médias das espécies analisadas, apresentando um leve alongamento da célula discoidal. Em *N. sp. 10* há um alargamento da asa e uma pequena redução do comprimento da célula discoidal. As duas espécies mais relacionadas, *N. sp. 8* e *N. sp. 9*, possuem um alargamento na célula tiridial em relação às demais espécies. Na espécie *N. sp. 9*, diferenciando das demais espécies, por um aumento na largura da célula discoidal (Figura 14).

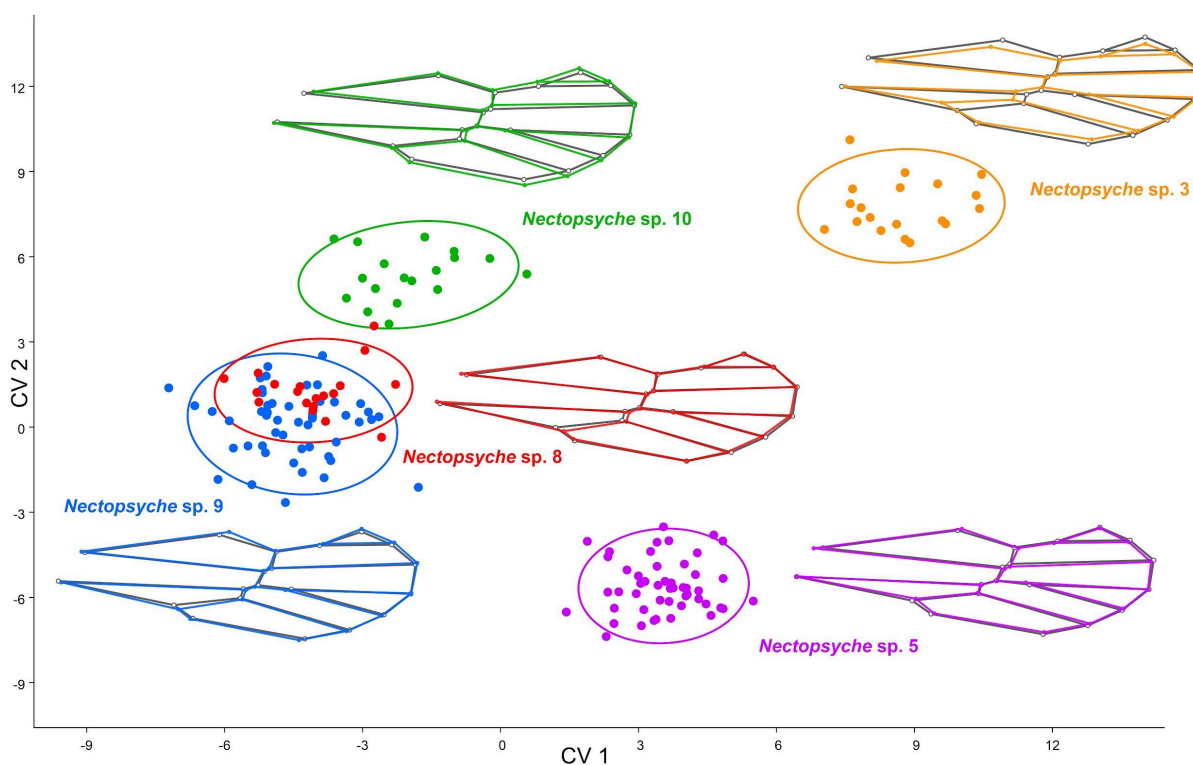


Figura 14 - Análise de Variáveis Canônicas (CV1 vs CV2) do *pavida-group*. *Wireframe* coloridos média por espécies. *Wireframe* cinza média do grupo.

GRUPO *GEMMA*

N. ortizi e *N. sp. 6*.

A PCA identificou dois componentes principais acima do critério de *broken stick* (PC1 = 57,1%; PC2 = 11,9%) explicando 69% da variação total (Figura 15). O teste de variância do CS (Figura 5) não obteve diferenças significativas na ANOVA unidirecional entre as duas espécies. Nos testes dos componentes principais, o PC1 foi significado e o PC2 não foi entre as espécies (Apêndice O2). A LDA/CVA mostrou uma variação de 100% em um único eixo, por se tratarem de somente dois grupos. A porcentagem de classificações corretas pelo método *Jackknife* foi de 100%. As principais deformações das asas anteriores que distinguem as duas espécies podem ser visualizadas nos *wireframes* apresentados na Figura 15.

As duas espécies são distintas por três características principais: a largura da asa, mais estreita em *Nectopsyche sp. 6* e mais larga em *N. ortizi*; tamanho do pecíolo da bifurcação de M1+2 e M3+4 (MA 11), mais longo em *N. sp. 6* e curto em *N. ortizi*; e comprimento da célula discoidal, mais alongado em *N. sp. 6* e encurtado em *N. ortizi* (Figura 15).

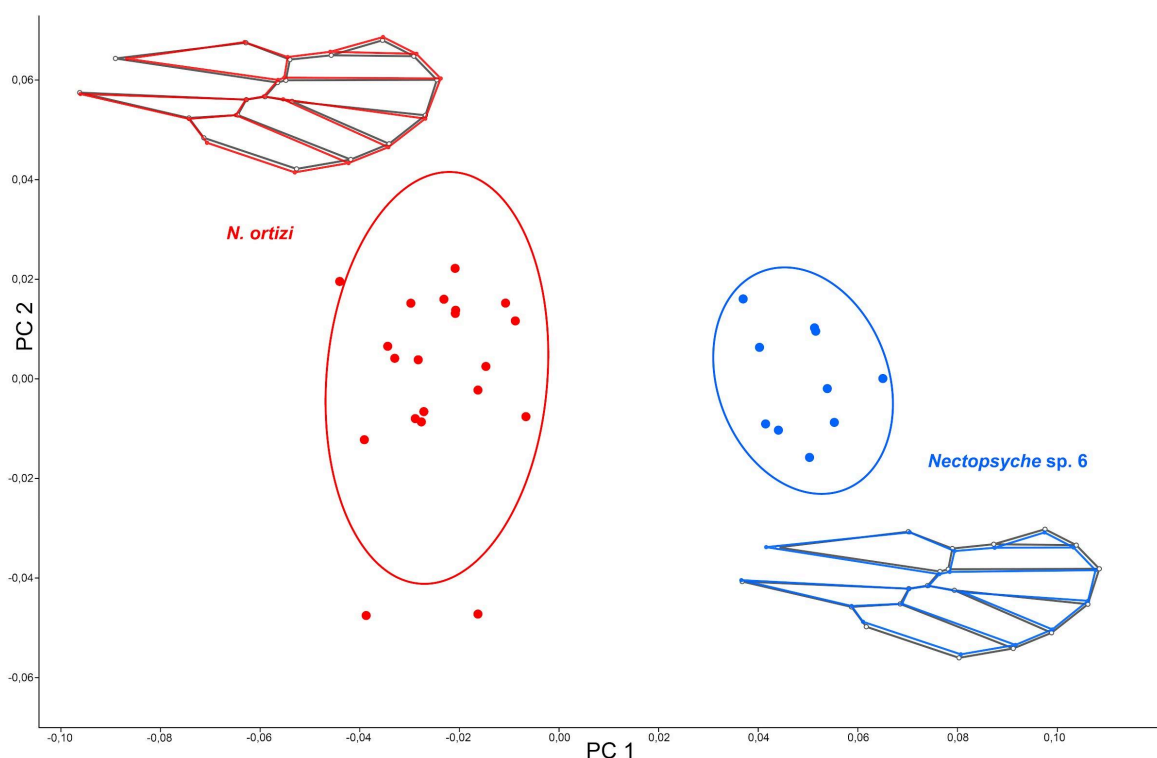


Figura 15 - Análise de Variáveis Canônicas (PC1 vs PC2) do *gemma-group*. *Wireframe* coloridos média por espécies. *Wireframe* cinza média do grupo.

As classificações corretas obtidas pela LCA/CVA para as asas anteriores de *Nectopsyche* indicam taxas de acerto muito altas. Estudos de morfometria geométrica em outros gêneros de Trichoptera mostram taxas de acerto de 64–73% para *Xiphocentron* (Vilarino et al., 2024) e 83% para *Smicridea* (Sganga et al., 2022). No presente estudo, *Nectopsyche* apresentou 97% de acerto no conjunto de dados completos.

Essa diferença nas taxas de acerto pode estar relacionada às próprias características das asas (Vilarino et al., 2024). O gênero *Xiphocentron* tem asas estreitas e pequenas (3–4 mm) com número reduzido de veias; *Smicridea*, asas curtas e pequenas (4,5–6 mm) sem redução de veias; e *Nectopsyche*, asas longas e estreitas, de tamanho pequeno a médio (6–11 mm), também com veias reduzidas. Como sugerido por Vilarino et al. (2024), asas diminutas e veias reduzidas, como as de *Xiphocentron*, podem ser moldadas por seleção funcional da aerodinâmica, limitando grandes variações e tornando a distinção morfológica mais difícil, resultando em taxas classificações corretas mais baixa.

No entanto, conforme mencionado na seção de métodos, os resultados da LDA/CVA aplicados a conjuntos de dados com grande número de variáveis, como os provenientes da morfometria geométrica, dificilmente atendem à premissa de normalidade para todas as coordenadas de Procrustes em cada grupo ou espécie, como ocorre no presente estudo. Além

disso, os estudos comparativos citados anteriormente não relatam se seus dados atendem a essa premissa. Conseqüentemente, os resultados dessa análise podem apresentar confiabilidade limitada e tendência a viés.

4. CONCLUSÕES

Este estudo apresenta uma análise abrangente da variação morfológica e alométrica nas espécies de *Nectopsyche*, com ênfase na forma da venação das asas anteriores como base de dados para testar a delimitação de grupos de espécies artificiais consagradas na literatura e a diferenciação entre espécies. Os resultados permitiram refinar a diagnose de agrupamentos tradicionais do gênero, destacando a identificação de três grandes grupos com morfologias de asas anteriores claramente distintas. O grupo *candida* (Flint, 1968) foi refutado e algumas das espécies agrupadas artificialmente neste grupo foram alocadas em outros grupos.

Os resultados indicam que a morfometria geométrica é uma ferramenta eficaz para diferenciar espécies de *Nectopsyche*. Tanto os componentes principais quanto o tamanho do centróide apresentaram diferenças significativas para a maioria dos testes entre espécies. Além disso, os padrões de variação mostraram-se consistentes entre amostras de diferentes localidades, com variações intra-populacionais mais sutis em comparação às diferenças observadas entre espécies.

A análise geográfica indicou que, apesar da estabilidade geral das características entre localidades, fatores altimétricos desempenham um papel importante no tamanho das asas, sugerindo a aplicação da regra de Bergmann em populações de *Nectopsyche* situadas em altitudes mais elevadas. A investigação da alometria revelou dois padrões distintos: alometria estática e alometria evolutiva.

De maneira geral, este estudo amplia significativamente nosso entendimento sobre a diversidade morfológica das espécies de *Nectopsyche*, fornecendo insights valiosos sobre os mecanismos que moldam suas características. Os resultados obtidos estabelecem uma base sólida para futuras investigações que explorem as complexas interações entre morfologia e os fatores que influenciam a plasticidade alar dos Trichoptera.

REFERÊNCIAS

- Adams, D., Rohlf, F.J., & Slice, D. (2013). A field comes of age: geometric morphometrics in the 21st century. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 24(1), 7-14. <https://doi.org/10.4404/hystrix-24.1-6283>
- ANA, Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. (2023). Revisão e Atualização do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce (PIRH Doce), Incluindo seus Respectivos Planos Diretores de Recursos Hídricos (PDRHs)/Planos de Ações de Recursos Hídricos (PARHs), e Proposta de Enquadramento dos Corpos de Água da Bacia em Classes segundo os Usos Preponderantes e Atualização do Enquadramento dos Cursos d'Água da Bacia do Rio Piracicaba. Engecorps Engenharia S.A. 1454-ANA-07-RH-RT-0001-R4.
- Anderson, T.W., & Darling, D.A. (1954). A test of goodness of fit. *Journal of the American Statistical Association*, 49(268), 765-769.
- Arnqvist, G., & Mårtensson, T. (1998). Measurement error in geometric morphometrics: empirical strategies to assess and reduce its impact on measures of shape. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 44, 73-96.
- Assunção, O.T., & Quinteiro, F.B. (2023). Two new species and new records of the genus *Nectopsyche* Müller, 1879 (Trichoptera: Leptoceridae) from Pará state, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 67(spe), e20230049.
- Belyaev, O.A., & Farisenkov, S.E. (2019). A Study on Allometry of Wing Shape and Venation in Insects. Part 2. Diptera. *Moscow University Biological Sciences Bulletin*, 74, 7-14. <https://doi.org/10.3103/S0096392519010024>
- Bergmann, C. (1847). Über die Verhältnisse der Wärmeökonomie der Thiere zu ihrer Grösse. *Göttinger Studien*, 3, 595-708.
- Betts, C.R., & Wootton, R.J. (1988). Wing shape and flight behaviour in butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea): a preliminary analysis. *Journal of experimental biology*, 138(1), 271-288. <https://doi.org/10.1242/jeb.138.1.271>
- Blahnik, R.J., & Holzenthal, R.W. (2004). Collection and curation of Trichoptera, with an emphasis on pinned material. *Nectopsyche Neotropical Trichoptera Newsletter*, 1, 8-20.
- Blahnik, R.J., Holzenthal, R.W., & Prather, A.L. (2007). The lactic acid method for clearing Trichoptera genitalia. In: Bueno-Soria, J., Barba-Álvarez, R., & Armitage, B.J. (Eds.), *International Symposium on Trichoptera*, 12, 2007, Mexico City. Proceedings. Columbus: The Caddis Press, pp. 9-14.
- Blanckenhorn, W.U., & Demont, M. (2004). Bergmann and converse Bergmann latitudinal clines in arthropods: two ends of a continuum? *Integrative and Comparative Biology*, 44(6), 413-424. <https://doi.org/10.1093/icb/44.6.413>
- Bookstein, F.L. (1991). *Morphometric tools for landmark data*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Bookstein, F.L. (1989). Principal warps: Thin-plate splines and the decomposition of deformations. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 11, 567-585.
- Calor, A.R., & Mariano, R. (2012). UV light pan traps for collecting aquatic insects. *EntomoBrasilis*, 5(2), 164-166. <https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v5i2.187>
- Campbell, N.A., & Atchley, W.R. (1981). The geometry of canonical variate analysis. *Systematic Zoology*, 30, 268-280.
- Chambers, E. A., Marshall, T. L., & Hillis, D. M. (2023). The importance of contact zones for distinguishing interspecific from intraspecific geographic variation. *Systematic Biology*, 72(2), 357-371. <https://doi.org/10.1093/sysbio/syac056>
- Chapman, R.F. (2013). *The insects: Structure and function* (5th ed.). Cambridge University Press. 959 p.
- Cheverud, J.M. (1982). Relationships among ontogenetic, static, and evolutionary allometry. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 59, 139-149. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330590204>
- Cogo, G.B., Martínez, J., Santos, S. & Graça, M.A.S. (2020). Crescimento e tamanho de tricópteros ao longo de um gradiente de altitude/temperatura. *Hydrobiologia* 847 , 207–216. <https://doi.org/10.1007/s10750-019-04082-3>
- Danforth, B.N. (1989). The evolution of hymenopteran wings: the importance of size. *Journal of Zoology*, 218(2), 247-276. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1989.tb02536.x>
- DeVries, P.J., Penz, C.M., & Hill, R.I. (2010). Vertical distribution, flight behaviour and evolution of wing morphology in *Morpho* butterflies. *Journal of Animal Ecology*, 79(5), 1077-1085. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2010.01710.x>
- Dixon, W.J. (1950). Analysis of extreme values. *Annals of Mathematical Statistics*, 21, 488-506.
- Dobzhansky, T. (1937). Genetic nature of species differences. *The American Naturalist*, 71(735), 404-420. <https://doi.org/10.1086/280726>
- Dudley, R. (2002). *The biomechanics of insect flight: form, function, evolution*. Princeton: Princeton University Press. 496 p.
- Dunn, O.J. (1964). Multiple comparisons using rank sums. *Technometrics*, 6, 241-252.
- Ellington, C.P. (1984). The aerodynamics of hovering insect flight. II. Morphological parameters. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B, Biological Sciences*, 305(1122), 17-40. <https://doi.org/10.1098/rstb.1984.0050>
- Fisher, R.A. (1925). *Statistical methods for research workers*. Edinburgh: Oliver and Boyd. 239 p.
- Flint Jr., O.S. (1967). Studies of Neotropical caddisflies, V: types of the species described by Banks and Hagen. *Proceedings of the United States National Museum*, 123, 1-37.

- Flint Jr., O.S. (1968). The Caddisflies of Jamaica. *Bulletin of the Institute of Jamaica, Science Series*, 19, 1-68.
- Flint Jr., O.S. (1981). Studies of Neotropical caddisflies, XXVIII: The Trichoptera of the Río Limón Basin, Venezuela. *Smithsonian Contributions to Zoology*, 330, 1-61. <https://doi.org/10.5479/si.00810282.330>
- Flint Jr., O.S. (1983). Studies of Neotropical Caddisflies, XXXIII: New Species from Austral South America (Trichoptera). Washington: Smithsonian Institution Press. (Smithsonian Contributions to Zoology, 377).
- Frost, S.W. (1957). The Pennsylvania insect light trap. *Journal of Economic Entomology*, 50(3), 287-292. <https://doi.org/10.1093/jee/50.3.287>
- Fruciano, C. (2016). Measurement error in geometric morphometrics. *Development Genes and Evolution*, 226, 139-158. <https://doi.org/10.1007/s00427-016-0537-4>
- Gould, S.J. (1966). Allometry and size in ontogeny and phylogeny. *Biological Reviews*, 41, 587-640. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.1966.tb01624.x>
- Grubbs, F. (1950). Sample criteria for testing outlying observations. *Annals of Mathematical Statistics*, 21, 27-58.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., & Ryan, P.D. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 1-9.
- Holzenthal, R.W. (1995). The caddisfly genus *Nectopsyche*: new gemma group species from Costa Rica and the Neotropics (Trichoptera: Leptoceridae). *Journal of the North American Benthological Society*, 14, 61-83. <https://doi.org/10.2307/1467725>
- Hotelling, H. (1933). Analysis of a complex of statistical variables into principal components. *Journal of Educational Psychology*, 24, 417-441. <http://dx.doi.org/10.1037/h0071325>
- Huxley, J. (1942) *Evolution: The Modern Synthesis*. George Allen & Unwin, London. 645 p.
- James, F.C. (1970). Geographic size variation in birds and its relationship to climate. *Ecology*, 51, 365-390. <https://doi.org/10.2307/1935374>
- Jackson, D.A. (1993). Stopping rules in principal components analysis: a comparison of heuristical and statistical approaches. *Ecology*, 74, 2204-2214.
- Klingenberg, C.P. (2011). MorphoJ: an integrated software package for geometric morphometrics. *Molecular Ecology Resources*, 11(2), 353-357.
- Klingenberg, C.P. (2016). Size, shape, and form: concepts of allometry in geometric morphometrics. *Development Genes and Evolution*, 226, 113-137.
- Klingenberg, C.P., & McIntyre, G.S. (1998). Geometric morphometrics of developmental instability: analyzing patterns of fluctuating asymmetry with Procrustes methods. *Evolution*, 52, 1363-1375.

- Klingenberg, C.P., & Monteiro, L.R. (2005). Distances and directions in multidimensional shape spaces: implications for morphometric applications. *Systematic Biology*, 54, 678-688.
- Koo, T.K., & Li, M.Y. (2016). A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *Journal of Chiropractic Medicine*, 15, 155-163.
- Kramer, C.Y. (1956). Extension of multiple range tests to group means with unequal numbers of replications. *Biometrics*, 12, 309-310.
- Kruskal, W.H., & Wallis, W.A. (1952). Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 47(260), 583-621.
- Mann, H.B., & Whitney, D.R. (1947). On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. *Annals of Mathematical Statistics*, 18, 50-60.
- McCulloch, G.A., & Waters, J.M. (2018). Does wing reduction influence the relationship between altitude and insect body size? A case study using New Zealand's diverse stonefly fauna. *Ecology and Evolution*, 8(2), 953-960. <https://doi.org/10.1002/ece3.3713>
- Mitteroecker, P., Gunz, P., Bernhard, M., Schaefer, K., & Bookstein, F.L. (2004). Comparison of cranial ontogenetic trajectories among great apes and humans. *Journal of Human Evolution*, 46, 679-698.
- Monteiro, L.R. (1999). Multivariate regression models and geometric morphometrics: the search for causal factors in the analysis of shape. *Systematic Biology*, 48(1), 192-199.
- Müller, F. (1879). Über Phryganiden. Aus einem Briefen desselben an seinen Bruder Hermann Müller. *Zoologischer Anzeiger*, 2(18-45), 38-40.
- Nessimian, J.L., Santos, A.P.M., Sampaio, B.H.L., Dumas, L.L., Pes, A. & Ferreira-Jr, N. (2024). The collapsible light trap: a portable Pennsylvania light trap for collecting aquatic insects. *An. Acad. Bras. Cienc.* 96:e20230784. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202420230784>
- Neville, A.C. (1983). Daily cuticular growth layers and the teneral stage in adult insects: a review. *Journal of Insect Physiology*, 29, 211-219.
- Oláh, J. (2016). New species and records of Trichoptera collected by Mr. A. G. Duff. More phenomics and less genomics! *Opuscula Zoologica Budapest*, 47(2), 155-171. <https://doi.org/10.18348/opzool.2016.2.155>
- Oláh, J., & Oláh Jr., J. (2017). Fine phenomics applied to the *Nectopsyche* genus (Trichoptera) Species delineation by speciation traits. *Opuscula Zoologica Budapest*, 48(2), 117-184. <https://doi.org/10.18348/opzool.2017.2.117>
- Outomuro, D., Adams, D.C., & Johansson, F. (2013). Alometria da forma da asa e aerodinâmica em libelinhas calopterígeas: uma abordagem comparativa. *BMC Evolutionary Biology*, 13, 118. <https://doi.org/10.1186/1471-2148-13-118>

- Pearson, K. (1901). On Lines and Planes of Closest Fit to Systems of Points in Space. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, 2, 559-572. <https://doi.org/10.1080/14786440109462720>
- Rosner, B. (1983). Percentage points for a generalized ESD many-outlier procedure. *Technometrics*, 25, 165-172.
- Rohlf, F.J. (1993). Relative warp analysis and an example of its application to mosquito wings. *Contributions to Morphometrics*, 8, 131-159.
- Rohlf, F.J. (2015). The tps series of software. *Hystrix*, 26(1), 9-12.
- Rohlf, F.J. (2016). TpsRegr, Version 1.45. Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook, New York, USA. Disponível em: <https://www.sbmorphometrics.org/>
- Rohlf, F.J. (2021). TpsDig2, Version 2.32. Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook, New York, USA. Disponível em: <https://www.sbmorphometrics.org/>
- Rohlf, F.J. (2021). TpsRelw, Version 1.75. Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook, New York, USA. Disponível em: <https://www.sbmorphometrics.org/>
- Rohlf, F.J. (2023). TpsUtil, Version 1.83. Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook, New York, USA. Disponível em: <https://www.sbmorphometrics.org/>
- Rohlf, F.J., & Slice, D. (1990). Extensions of the Procrustes method for the optimal superimposition of landmarks. *Systematic Zoology*, 39, 40-59.
- Shapiro, S.S., & Wilk, M.B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3-4), 591-611.
- Shrout, P.E., & Fleiss, J.L. (1979). Intraclass correlations: Uses in assessing rater reliability. *Psychological Bulletin*, 86, 420-428.
- Sganga, J.V., Sganga, D.E., & Iglesias, M.S. (2022). Review and redescription of species in the *brasiliانا* group of *Smicridea* (Rhyacophylax) (Trichoptera, Hydropsychidae, Smicrideinae): exploration of the utility of geometric morphometrics as a method for delimitation and characterization of species in the genus. In: Pauls, S.U., Thomson, R., & Rázuri-Gonzales, E. (Eds.), *Special Issue in Honor of Ralph W. Holzenthal for a Lifelong Contribution to Trichoptera Systematics*. *ZooKeys*, 1111, 389-412. <https://doi.org/10.3897/zookeys.1111.80961>
- Slatkin, M. (1993). Isolation by distance in equilibrium and non-equilibrium populations. *Evolution*, 47(1), 264-279. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1993.tb01215.x>
- Smith, G.R. (1990). Homology in morphometrics and phylogenetics. In: Rohlf, F.J., Bookstein, F.L. (Eds.), *Proceedings of the Michigan Morphometrics Workshop*. Ann Arbor, Michigan. The University of Michigan Museum of Zoology. No. 2, 325-338.

- Sneath, P.H.A., & Sokal, R.R. (1973). Numerical Taxonomy: The Principles and Practice of Numerical Classification. San Francisco: W.H. Freeman. 573 p.
- Sokal, R.R., & Michener, C.D. (1958). A statistical method for evaluating systematic relationships. University of Kansas Science Bulletin, 38(22), 1409-1438.
- Tukey, J.W. (1949). Comparing individual means in the analysis of variance. Biometrics, 5, 99-114.
- Tukey, J.W. (1953). The problem of multiple comparisons. Princeton: Department of Statistics, Princeton University.
- Upton, M.S., & Mantle, B.L. (2010). Methods for Collecting, Preserving and Studying Insects and Other Terrestrial Arthropods. 5th ed. Canberra: Australian Entomological Society. 83 p. (Miscellaneous Publication, 3).
- Vilarino, A., Sganga, J.V., & Bispo, P.C. (2024). The utility of forewing geometric morphometrics for species discrimination in the caddisfly genus *Xiphocentron* (Trichoptera: Xiphocentronidae), with the description of six new species. Zoologischer Anzeiger, 309, 37-54. <https://doi.org/10.1016/j.jcz.2024.01.002>
- Wright, S. (1943). Isolation by Distance. Genetics. 28(2): 114-38. <https://doi.org/10.1093/genetics/28.2.114>

APÊNDICES

APÊNDICE A2 - Material examinado (n = 480). Abreviações: [T] = indivíduo teneral.

Espécie	Indivíduo	Status	Data coleta	Localidade	Latitude	Longitude
N. sp. 13	quatuor-001	Boas condições	04-05.ix.2022	BR, MG, Governador Valadares	18°55'50.27"S	42°01'20.23"W
N. sp. 13	quatuor-002	Boas condições	09-10.ix.2022	BR, ES, Baixo Guandu	19°37'30.00"S	41°01'07.80"W
N. sp. 13	quatuor-003	Boas condições	09-10.ix.2022	BR, ES, Baixo Guandu	19°37'30.00"S	41°01'07.80"W
N. sp. 13	quatuor-004	Boas condições	09-10.ix.2022	BR, ES, Baixo Guandu	19°37'30.00"S	41°01'07.80"W
N. sp. 13	quatuor-005	Boas condições	09-10.ix.2022	BR, ES, Baixo Guandu	19°37'30.00"S	41°01'07.80"W
N. sp. 3	sp3-001	Boas condições	16-17.xi.2021	BR, MG, Araponga	20°39'16.0"S	42°27'13.0"W
N. sp. 3	sp3-002	Boas condições	11/i/2016	BR, ES, Santa Teresa	19°52'30"S	40°32'7"W
N. sp. 3	sp3-003	Boas condições	17-18/i/2018	BR, ES, Santa Teresa	19°53'20.60"S	40°32'41.50"W
N. sp. 3	sp3-004[T]	Boas condições	21.ii.2018	BR, ES, Santa Teresa	19°52'30"S	40°32'7"W
N. sp. 3	sp3-005[T]	MA 09 ausente	21.ii.2018	BR, ES, Santa Teresa	19°52'30"S	40°32'7"W
N. sp. 3	sp3-006[T]	Boas condições	21.ii.2018	BR, ES, Santa Teresa	19°52'30"S	40°32'7"W
N. sp. 3	sp3-007[T]	Boas condições	21.ii.2018	BR, ES, Santa Teresa	19°52'30"S	40°32'7"W
N. sp. 3	sp3-008[T]	Boas condições	21.ii.2018	BR, ES, Santa Teresa	19°52'30"S	40°32'7"W
N. sp. 3	sp3-009[T]	Boas condições	17-18/i/2018	BR, ES, Santa Teresa	19°53'20.60"S	40°32'41.50"W
N. sp. 3	sp3-010[T]	Boas condições	17-18/i/2018	BR, ES, Santa Teresa	19°53'20.60"S	40°32'41.50"W
N. sp. 3	sp3-011[T]	Boas condições	17-18/i/2018	BR, ES, Santa Teresa	19°53'20.60"S	40°32'41.50"W
N. sp. 3	sp3-012[T]	Boas condições	17-18/i/2018	BR, ES, Santa Teresa	19°53'20.60"S	40°32'41.50"W
N. sp. 3	sp3-013[T]	Boas condições	17-18/i/2018	BR, ES, Santa Teresa	19°53'20.60"S	40°32'41.50"W
N. sp. 3	sp3-014[T]	Boas condições	17-18/i/2018	BR, ES, Santa Teresa	19°53'20.60"S	40°32'41.50"W
N. sp. 3	sp3-015[T]	Boas condições	17-18/i/2018	BR, ES, Santa Teresa	19°53'20.60"S	40°32'41.50"W
N. sp. 3	sp3-016[T]	Boas condições	17-18/i/2018	BR, ES, Santa Teresa	19°53'20.60"S	40°32'41.50"W
N. sp. 3	sp3-017[T]	Boas condições	20-21/ii/2018	BR, ES, Santa Teresa	19°53'20.60"S	40°32'41.50"W
N. sp. 3	sp3-018[T]	Boas condições	20-21/ii/2018	BR, ES, Santa Teresa	19°53'20.60"S	40°32'41.50"W
N. sp. 3	sp3-019[T]	Boas condições	28/xii/2017	BR, ES, Santa Teresa	19°53'35.13"S	40°32'39.71"W
N. sp. 3	sp3-020[T]	Boas condições	28/xii/2017	BR, ES, Santa Teresa	19°53'35.13"S	40°32'39.71"W
N. aureovittata	aureo001	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. aureovittata	aureo002	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. aureovittata	aureo003	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. aureovittata	aureo004	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. aureovittata	aureo005	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. aureovittata	aureo006	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. aureovittata	aureo007	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. aureovittata	aureo008	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. aureovittata	aureo009	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. aureovittata	aureo010	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. aureovittata	aureo011	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. aureovittata	aureo012	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. aureovittata	aureo013	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. aureovittata	aureo014	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. aureovittata	aureo015	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. aureovittata	aureo016	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. aureovittata	aureo017	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. aureovittata	aureo018	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. aureovittata	aureo019	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. aureovittata	aureo020	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. aureovittata	aureo021	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. aureovittata	aureo022	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. aureovittata	aureo023	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. aureovittata	aureo024	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. aureovittata	aureo025	Boas condições	07.ii.2022	BR, MG, Timóteo	19°44'56.80"S	42°28'42.30"W
N. aureovittata	aureo026	Boas condições	19-20.viii.2022	BR, MG, S. Antônio Rio Abaixo	19°13'52.40"S	43°12'54.80"W
N. aureovittata	aureo027	Boas condições	04-05.ix.2022	BR, MG, Periquito	19°00'21.10"S	42°10'32.00"W
N. aureovittata	aureo028	Boas condições	04-05.ix.2022	BR, MG, Periquito	19°00'21.10"S	42°10'32.00"W
N. aureovittata	aureo029	Boas condições	04-05.ix.2022	BR, MG, Periquito	19°00'21.10"S	42°10'32.00"W
N. aureovittata	aureo030	Boas condições	04-05.ix.2022	BR, MG, Periquito	19°00'21.10"S	42°10'32.00"W
N. aureovittata	aureo031	Boas condições	04-05.ix.2022	BR, MG, Periquito	19°00'21.10"S	42°10'32.00"W
N. aureovittata	aureo032	Boas condições	04-05.ix.2022	BR, MG, Periquito	19°00'21.10"S	42°10'32.00"W
N. aureovittata	aureo033	Boas condições	04-05.ix.2022	BR, MG, Periquito	19°00'21.10"S	42°10'32.00"W
N. aureovittata	aureo034	Boas condições	04-05.ix.2022	BR, MG, Periquito	19°00'21.10"S	42°10'32.00"W
N. aureovittata	aureo035	Boas condições	04-05.ix.2022	BR, MG, Periquito	19°00'21.10"S	42°10'32.00"W
N. aureovittata	aureo036	Boas condições	04-05.ix.2022	BR, MG, Periquito	19°00'21.10"S	42°10'32.00"W
N. adusta	adustaA005	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W

N. adusta	adustaA008	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. adusta	adustaA011	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. adusta	adustaA013	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. adusta	adustaA014	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. adusta	adustaA015	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. adusta	adustaA016	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. adusta	adustaA017	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. adusta	adustaA018	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. adusta	adustaA019	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. adusta	adustaA020	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. adusta	adustaA021	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. adusta	adustaA022	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. adusta	adustaA023	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. adusta	adustaA025	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. adusta	adustaA026	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. adusta	adustaA027	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. adusta	adustaA028	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. adusta	adustaA029	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. adusta	adustaA031	Boas condições	17-18/i.2018	BR, ES, Santa Teresa	19°53'20.60"S 40°32'41.50"W
N. adusta	adustaA032	Boas condições	17-18/i.2018	BR, ES, Santa Teresa	19°53'20.60"S 40°32'41.50"W
N. adusta	adustaA033	Boas condições	28.i.2015	BR, ES, Sooretama	19°07'33.10"S 40°14'26.10"W
N. adusta	adustaA034	Boas condições	28.i.2015	BR, ES, Sooretama	19°07'33.10"S 40°14'26.10"W
N. adusta	adustaA035	Boas condições	26.iii.2015	BR, ES, Sooretama	19°07'33.10"S 40°14'26.10"W
N. adusta	adustaA036	Boas condições	26.iii.2015	BR, ES, Sooretama	19°07'33.10"S 40°14'26.10"W
N. adusta	adustaA037	Boas condições	26.iii.2015	BR, ES, Sooretama	19°07'33.10"S 40°14'26.10"W
N. adusta	adustaA038	Boas condições	25.ii.2019	BR, MG, Carrancas	21°27'54.0"S 44°38'42.7"W
N. adusta	adustaA039	Boas condições	05-06.iv.2016	BR, ES, Alfredo Chaves	20°32'58.90"S 40°51'18.80"W
N. adusta	adustaA040	Boas condições	05-06.iv.2016	BR, ES, Alfredo Chaves	20°32'58.90"S 40°51'18.80"W
N. adusta	adustaA041	Boas condições	10-11.ix.2022	BR, MG, Aimorés	19°29'29.10"S 41°11'13.30"W
N. adusta	adustaA042	Boas condições	08-09.ix.2022	BR, MG, Aimorés	19°29'11.20"S 41°04'30.20"W
N. adusta	adustaA043	Boas condições	11-12.viii.2022	BR, MG, Ponte Nova	20°26'43.10"S 42°59'05.70"W
N. adusta	adustaA044	Boas condições	11-12.viii.2022	BR, MG, Ponte Nova	20°26'43.10"S 42°59'05.70"W
N. adusta	adustaA045	Boas condições	11-12.viii.2022	BR, MG, Ponte Nova	20°26'43.10"S 42°59'05.70"W
N. adusta	adustaA046	Boas condições	04-05.ix.2022	BR, MG, Periquito	19°00'21.10"S 42°10'32.00"W
N. adusta	adustaA047	Boas condições	04-05.ix.2022	BR, MG, Periquito	19°00'21.10"S 42°10'32.00"W
N. adusta	adustaA048	Boas condições	04-05.ix.2022	BR, MG, Periquito	19°00'21.10"S 42°10'32.00"W
N. adusta	adustaA049	Boas condições	03-04.x.2022	BR, MG, Jaboticatubas	19°20'55.3"S 43°36'20.7"W
N. adusta	adustaA050	Boas condições	03-04.x.2022	BR, MG, Jaboticatubas	19°20'55.3"S 43°36'20.7"W
N. sp. 12	adustaB001	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 12	adustaB002	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 12	adustaB003	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 12	adustaB004	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 12	adustaB006	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 12	adustaB007	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 12	adustaB009	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 12	adustaB010	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 12	adustaB012	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 12	adustaB024	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 12	adustaB030	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 12	adustaB051	Boas condições	05-06.iv.2016	BR, ES, Alfredo Chaves	20°32'58.90"S 40°51'18.80"W
N. sp. 12	adustaB052	Boas condições	20.vi.2012	BR, ES, Sooretama	19°07'33.10"S 40°14'26.10"W
N. sp. 12	adustaB053	Boas condições	20.vi.2012	BR, ES, Sooretama	19°07'33.10"S 40°14'26.10"W
N. sp. 12	adustaB054	Boas condições	20.vi.2012	BR, ES, Sooretama	19°07'33.10"S 40°14'26.10"W
N. sp. 12	adustaB055	Boas condições	20.vi.2012	BR, ES, Sooretama	19°07'33.10"S 40°14'26.10"W
N. sp. 12	adustaB056	Boas condições	25-26/vii/2012	BR, ES, Nova Venécia	18°33'27.5"S 40°20'6.5"W
N. sp. 12	adustaB057	Boas condições	25-26/vii/2012	BR, ES, Nova Venécia	18°33'27.5"S 40°20'6.5"W
N. sp. 12	adustaB058	Boas condições	25-26/vii/2012	BR, ES, Nova Venécia	18°33'27.5"S 40°20'6.5"W
N. sp. 12	adustaB059	Boas condições	25-26/vii/2012	BR, ES, Nova Venécia	18°33'27.5"S 40°20'6.5"W
N. sp. 12	adustaB060	Boas condições	25-26/vii/2012	BR, ES, Nova Venécia	18°33'27.5"S 40°20'6.5"W
N. sp. 12	adustaB061	Boas condições	25-26/vii/2012	BR, ES, Nova Venécia	18°33'27.5"S 40°20'6.5"W
N. sp. 12	adustaB062	Boas condições	23.vi.2015	BR, ES, Sooretama	19°07'33.10"S 40°14'26.10"W
N. sp. 12	adustaB063	Boas condições	23.vi.2015	BR, ES, Sooretama	19°07'33.10"S 40°14'26.10"W
N. sp. 12	adustaB064	Asa danificada	23.vi.2015	BR, ES, Sooretama	19°07'33.10"S 40°14'26.10"W
N. sp. 12	adustaB065	Boas condições	23.vi.2015	BR, ES, Sooretama	19°07'33.10"S 40°14'26.10"W
N. sp. 12	adustaB066	Boas condições	20.i.2015	BR, ES, Sooretama	19°07'33.10"S 40°14'26.10"W
N. sp. 12	adustaB067	Boas condições	20.i.2015	BR, ES, Sooretama	19°07'33.10"S 40°14'26.10"W
N. sp. 12	adustaB068	Boas condições	20.i.2015	BR, ES, Sooretama	19°07'33.10"S 40°14'26.10"W
N. sp. 12	adustaB069	Boas condições	20.i.2015	BR, ES, Sooretama	19°07'33.10"S 40°14'26.10"W
N. sp. 12	adustaB070	Boas condições	18-19.xi.2014	BR, ES, Colatina	19°31'15.1"S 40°46'53.6"W
N. sp. 12	adustaB071	Boas condições	19-20.xi.2014	BR, ES, Colatina	19°30'53.1"S 40°30'58.8"W

N. sp. 12	adustaB072	Boas condições	19-20.xi.2014	BR, ES, Colatina	19°30'53.1"S	40°30'58.8"W
N. sp. 12	adustaB073	Boas condições	09-10.ix.2014	BR, ES, Linhares	19°25'20.7"S	40°12'02.8"W
N. sp. 12	adustaB074	Boas condições	18-19.xi.2014	BR, ES, Baixo Guandu	19°30'04.4"S	40°53'33.5"W
N. sp. 12	adustaB075	Boas condições	18-19.xi.2014	BR, ES, Baixo Guandu	19°30'04.4"S	40°53'33.5"W
N. sp. 12	adustaB076	Boas condições	18-19.xi.2014	BR, ES, Baixo Guandu	19°30'04.4"S	40°53'33.5"W
N. sp. 5	sp5-001	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. sp. 5	sp5-002	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. sp. 5	sp5-003	Asa danificada	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. sp. 5	sp5-004	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. sp. 5	sp5-005	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. sp. 5	sp5-006	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. sp. 5	sp5-007	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. sp. 5	sp5-008	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. sp. 5	sp5-009	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. sp. 5	sp5-010	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. sp. 5	sp5-011	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. sp. 5	sp5-012	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. sp. 5	sp5-013	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. sp. 5	sp5-014	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. sp. 5	sp5-015	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. sp. 5	sp5-016	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. sp. 5	sp5-017	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. sp. 5	sp5-018	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. sp. 5	sp5-019	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. sp. 5	sp5-020	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. sp. 5	sp5-021	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. sp. 5	sp5-022	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. sp. 5	sp5-023	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. sp. 5	sp5-024	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. sp. 5	sp5-025	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. sp. 5	sp5-026	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. sp. 5	sp5-027	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. sp. 5	sp5-028	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. sp. 5	sp5-029	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. sp. 5	sp5-030	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. sp. 5	sp5-031	Boas condições	04-05.iv.2016	BR, ES, Alegre	20°37'04.20"S	41°37'29.20"W
N. sp. 5	sp5-032	Boas condições	19/xi/2015	BR, ES, Santa Teresa	19°55'30.1"S	40°33'21.9"W
N. sp. 5	sp5-033	Boas condições	19-20.viii.2022	BR, MG, S. Antônio Rio Abaixo	19°13'52.40"S	43°12'54.80"W
N. sp. 5	sp5-034	Boas condições	19-20.viii.2022	BR, MG, S. Antônio Rio Abaixo	19°13'52.40"S	43°12'54.80"W
N. sp. 5	sp5-035	Boas condições	04-05.ix.2022	BR, MG, Periquito	19°00'21.10"S	42°10'32.00"W
N. sp. 5	sp5-036	Boas condições	04-05.ix.2022	BR, MG, Periquito	19°00'21.10"S	42°10'32.00"W
N. sp. 5	sp5-037	Boas condições	10-11.ix.2022	BR, MG, Aimorés	19°29'29.10"S	41°11'13.30"W
N. sp. 5	sp5-038	Boas condições	10-11.ix.2022	BR, MG, Aimorés	19°29'29.10"S	41°11'13.30"W
N. sp. 5	sp5-039	Boas condições	10-11.ix.2022	BR, MG, Aimorés	19°29'29.10"S	41°11'13.30"W
N. sp. 5	sp5-040	Boas condições	20.vi.2012	BR, ES, Sooretama	19°07'33.10"S	40°14'26.10"W
N. sp. 5	sp5-041	Boas condições	28.i.2015	BR, ES, Sooretama	19°07'33.10"S	40°14'26.10"W
N. sp. 5	sp5-042	Boas condições	15-16.iv.2013	BR, ES, Nova Venécia	18°39'51.40"S	40°30'44.90"W
N. sp. 5	sp5-043	Boas condições	15-16.iv.2013	BR, ES, Nova Venécia	18°39'51.40"S	40°30'44.90"W
N. sp. 5	sp5-044	Boas condições	15-16.iv.2013	BR, ES, Nova Venécia	18°39'51.40"S	40°30'44.90"W
N. sp. 5	sp5-045	Boas condições	06.iv.2016	BR, ES, Afonso Cláudio	20°09'19.90"S	41°08'32.30"W
N. sp. 5	sp5-046	Boas condições	06.iv.2016	BR, ES, Afonso Cláudio	20°09'19.90"S	41°08'32.30"W
N. sp. 5	sp5-047	Boas condições	06.iv.2016	BR, ES, Afonso Cláudio	20°09'19.90"S	41°08'32.30"W
N. sp. 5	sp5-048	Boas condições	06.iv.2016	BR, ES, Afonso Cláudio	20°09'19.90"S	41°08'32.30"W
N. sp. 5	sp5-049	Boas condições	06.iv.2016	BR, ES, Afonso Cláudio	20°09'19.90"S	41°08'32.30"W
N. sp. 5	sp5-050	Boas condições	06.iv.2016	BR, ES, Afonso Cláudio	20°09'19.90"S	41°08'32.30"W
N. sp. 8	muhniAff.1-001	Boas condições	20-21/iii/2018	BR, ES, Santa Teresa	19°53'20.60"S	40°32'41.50"W
N. sp. 8	muhniAff.1-002	Boas condições	19/xi/2015	BR, ES, Santa Teresa	19°55'30.1"S	40°33'21.9"W
N. sp. 8	muhniAff.1-003	Boas condições	19/xi/2015	BR, ES, Santa Teresa	19°55'30.1"S	40°33'21.9"W
N. sp. 8	muhniAff.1-004	Boas condições	19/xi/2015	BR, ES, Santa Teresa	19°55'30.1"S	40°33'21.9"W
N. sp. 8	muhniAff.1-005	Boas condições	19/xi/2015	BR, ES, Santa Teresa	19°55'30.1"S	40°33'21.9"W
N. sp. 8	muhniAff.1-006	Boas condições	19/xi/2015	BR, ES, Santa Teresa	19°55'30.1"S	40°33'21.9"W
N. sp. 8	muhniAff.1-007	Boas condições	19/xi/2015	BR, ES, Santa Teresa	19°55'30.1"S	40°33'21.9"W
N. sp. 8	muhniAff.1-008	Boas condições	19/xi/2015	BR, ES, Santa Teresa	19°55'30.1"S	40°33'21.9"W
N. sp. 8	muhniAff.1-009	Boas condições	19/xi/2015	BR, ES, Santa Teresa	19°55'30.1"S	40°33'21.9"W
N. sp. 8	muhniAff.1-010	Boas condições	19/xi/2015	BR, ES, Santa Teresa	19°55'30.1"S	40°33'21.9"W
N. sp. 8	muhniAff.1-011	Boas condições	19/xi/2015	BR, ES, Santa Teresa	19°55'30.1"S	40°33'21.9"W
N. sp. 8	muhniAff.1-012	Boas condições	19/xi/2015	BR, ES, Santa Teresa	19°55'30.1"S	40°33'21.9"W
N. sp. 8	muhniAff.1-013	Boas condições	19/xi/2015	BR, ES, Santa Teresa	19°55'30.1"S	40°33'21.9"W
N. sp. 8	muhniAff.1-014	Boas condições	19/xi/2015	BR, ES, Santa Teresa	19°55'30.1"S	40°33'21.9"W
N. sp. 8	muhniAff.1-015	Boas condições	18-19/xi/2017	BR, ES, Santa Teresa	19°53'20.60"S	40°32'41.50"W

N. sp. 8	muhniAff.1-016	Boas condições	17-18/i/2018	BR, ES, Santa Teresa	19°53'20.60"S 40°32'41.50"W
N. sp. 8	muhniAff.1-017	Boas condições	17-18/i/2018	BR, ES, Santa Teresa	19°53'20.60"S 40°32'41.50"W
N. sp. 8	muhniAff.1-018	Boas condições	21.v.2016	BR, ES, Santa Teresa	19°52'30.90"S 40°32'07.40"W
N. sp. 8	muhniAff.1-019	Boas condições	11-12.i.2016	BR, ES, Santa Teresa	19°52'30.90"S 40°32'07.40"W
N. sp. 9	muhniAff.2-001	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 9	muhniAff.2-002	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 9	muhniAff.2-003	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 9	muhniAff.2-004	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 9	muhniAff.2-005	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 9	muhniAff.2-006	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 9	muhniAff.2-007	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 9	muhniAff.2-008	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 9	muhniAff.2-009	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 9	muhniAff.2-010	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 9	muhniAff.2-011	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 9	muhniAff.2-012	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 9	muhniAff.2-013	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 9	muhniAff.2-014	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 9	muhniAff.2-015	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 9	muhniAff.2-016	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 9	muhniAff.2-017	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 9	muhniAff.2-018	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 9	muhniAff.2-019	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 9	muhniAff.2-020	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 9	muhniAff.2-021	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 9	muhniAff.2-022	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 9	muhniAff.2-023	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 9	muhniAff.2-024	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 9	muhniAff.2-025	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 9	muhniAff.2-026	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 9	muhniAff.2-027	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 9	muhniAff.2-028	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 9	muhniAff.2-029	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 9	muhniAff.2-030	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. sp. 9	muhniAff.2-031	Boas condições	25-26/vii/2012	BR, ES, Nova Venécia	18°33'27.5"S 40°20'6.5"W
N. sp. 9	muhniAff.2-032	Boas condições	25-26/vii/2012	BR, ES, Nova Venécia	18°33'27.5"S 40°20'6.5"W
N. sp. 9	muhniAff.2-033	Boas condições	25-26/vii/2012	BR, ES, Nova Venécia	18°33'27.5"S 40°20'6.5"W
N. sp. 9	muhniAff.2-034	Boas condições	04-05.ix.2022	BR, MG, Periquito	19°00'21.10"S 42°10'32.00"W
N. sp. 9	muhniAff.2-035	Boas condições	04-05.ix.2022	BR, MG, Periquito	19°00'21.10"S 42°10'32.00"W
N. sp. 9	muhniAff.2-036	Boas condições	09-10.ix.2022	BR, ES, Baixo Guandu	19°30'23.00"S 41°01'01.80"W
N. sp. 9	muhniAff.2-037	Boas condições	12-13.ix.2022	BR, ES, Linhares	19°19'49.00"S 40°10'12.30"W
N. sp. 9	muhniAff.2-038	Boas condições	12-13.ix.2022	BR, ES, Linhares	19°19'49.00"S 40°10'12.30"W
N. sp. 9	muhniAff.2-039	Boas condições	12-13.ix.2022	BR, ES, Linhares	19°19'49.00"S 40°10'12.30"W
N. sp. 9	muhniAff.2-040	Boas condições	12-13.ix.2022	BR, ES, Linhares	19°19'49.00"S 40°10'12.30"W
N. sp. 9	muhniAff.2-041[T]	Boas condições	18-19.viii.2022	BR, MG, Jaguarapu	19°37'01.00"S 42°46'46.50"W
N. sp. 9	muhniAff.2-042	Boas condições	23.xii.2023	BR, ES, Rio Bananal	19°15'31.0"S 40°20'00.0"W
N. sp. 9	muhniAff.2-043	Boas condições	13.i.2015	BR, ES, Sooretama	19°07'33.10"S 40°14'26.10"W
N. sp. 9	muhniAff.2-044	Boas condições	13.i.2015	BR, ES, Sooretama	19°07'33.10"S 40°14'26.10"W
N. sp. 9	muhniAff.2-045	Boas condições	13.i.2015	BR, ES, Sooretama	19°07'33.10"S 40°14'26.10"W
N. sp. 9	muhniAff.2-046	Boas condições	17-18.xi.2021	BR, MG, Araponga	20°39'19.90"S 42°27'11.50"W
N. sp. 9	muhniAff.2-047	Boas condições	17-18.xi.2021	BR, MG, Araponga	20°39'19.90"S 42°27'11.50"W
N. sp. 9	muhniAff.2-048[T]	Boas condições	21.v.2016	BR, ES, Santa Teresa	19°52'30.90"S 40°32'07.40"W
N. sp. 9	muhniAff.2-049	Boas condições	06.iv.2016	BR, ES, Afonso Cláudio	20°09'19.90"S 41°08'32.30"W
N. sp. 9	muhniAff.2-050[T]	Boas condições	25.v.2016	BR, ES, Domingos Martins	20°20'32.20"S 40°35'01.10"W
N. sp. 10	muhniAff.3-001[T]	Boas condições	09-10.i.2022	BR, MG, S. Antônio Rio Abaixo	19°13'52.40"S 43°12'54.80"W
N. sp. 10	muhniAff.3-002[T]	Boas condições	19-20.viii.2022	BR, MG, S. Antônio Rio Abaixo	19°13'52.40"S 43°12'54.80"W
N. sp. 10	muhniAff.3-003[T]	Boas condições	19-20.viii.2022	BR, MG, S. Antônio Rio Abaixo	19°13'52.40"S 43°12'54.80"W
N. sp. 10	muhniAff.3-004[T]	Boas condições	19-20.viii.2022	BR, MG, S. Antônio Rio Abaixo	19°13'52.40"S 43°12'54.80"W
N. sp. 10	muhniAff.3-005[T]	Boas condições	19-20.viii.2022	BR, MG, S. Antônio Rio Abaixo	19°13'52.40"S 43°12'54.80"W
N. sp. 10	muhniAff.3-006[T]	Boas condições	19-20.viii.2022	BR, MG, S. Antônio Rio Abaixo	19°13'52.40"S 43°12'54.80"W
N. sp. 10	muhniAff.3-007[T]	Boas condições	19-20.viii.2022	BR, MG, S. Antônio Rio Abaixo	19°13'52.40"S 43°12'54.80"W
N. sp. 10	muhniAff.3-008[T]	Boas condições	19-20.viii.2022	BR, MG, S. Antônio Rio Abaixo	19°13'52.40"S 43°12'54.80"W
N. sp. 10	muhniAff.3-009[T]	Boas condições	19-20.viii.2022	BR, MG, S. Antônio Rio Abaixo	19°13'52.40"S 43°12'54.80"W
N. sp. 10	muhniAff.3-010[T]	Boas condições	20-21.viii.2022	BR, MG, Ferros	19°14'55.40"S 42°56'27.40"W
N. sp. 10	muhniAff.3-011[T]	Boas condições	20-21.viii.2022	BR, MG, Ferros	19°14'55.40"S 42°56'27.40"W
N. sp. 10	muhniAff.3-012[T]	Boas condições	20-21.viii.2022	BR, MG, Ferros	19°14'55.40"S 42°56'27.40"W
N. sp. 10	muhniAff.3-013[T]	Boas condições	20-21.viii.2022	BR, MG, Ferros	19°14'55.40"S 42°56'27.40"W
N. sp. 10	muhniAff.3-014	Boas condições	20-21.viii.2022	BR, MG, Ferros	19°14'55.40"S 42°56'27.40"W
N. sp. 10	muhniAff.3-015	Boas condições	20-21.viii.2022	BR, MG, Ferros	19°14'55.40"S 42°56'27.40"W
N. sp. 10	muhniAff.3-016	Boas condições	04-05.iv.2016	BR, ES, Alegre	20°37'04.20"S 41°37'29.20"W

N. sp. 10	muhniAff.3-017[T]	Boas condições	04-05.iv.2016	BR, ES, Alegre	20°37'04.20"S 41°37'29.20"W
N. sp. 10	muhniAff.3-018[T]	Boas condições	04-05.iv.2016	BR, ES, Alegre	20°37'04.20"S 41°37'29.20"W
N. splendida	splen001	Boas condições	20/i/2015	BR, ES, Sooretama	19°07'33.1"S 40°14'26.1"W
N. splendida	splen002	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. splendida	splen003	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. splendida	splen004	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. splendida	splen005	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S 42°36'13.00"W
N. splendida	splen006[T]	Boas condições	06-07.i.2022	BR, ES, Baixo Guandu	19°30'23.00"S 41°01'01.80"W
N. splendida	splen007[T]	Boas condições	05-06.i.2022	BR, ES, Colatina	19°32'14.00"S 40°38'23.46"W
N. splendida	splen008[T]	Boas condições	05-06.i.2022	BR, ES, Colatina	19°32'14.00"S 40°38'23.46"W
N. splendida	splen009[T]	Boas condições	09-10.ix.2022	BR, ES, Baixo Guandu	19°37'30.00"S 41°01'07.80"W
N. splendida	splen010[T]	Boas condições	13-14.ix.2022	BR, ES, Linhares	19°26'06.40"S 39°57'04.80"W
N. splendida	splen011[T]	Boas condições	13-14.ix.2022	BR, ES, Linhares	19°26'06.40"S 39°57'04.80"W
N. splendida	splen012[T]	Boas condições	06-07.i.2022	BR, MG, Aimorés	19°29'38.07"S 41°16'31.73"W
N. splendida	splen013[T]	Boas condições	06-07.i.2022	BR, MG, Aimorés	19°29'38.07"S 41°16'31.73"W
N. aymore	aymore001	Boas condições	13-14/vi/2012	BR, ES, São Mateus	18°39'17.1"S 39°59'36"W
N. aymore	aymore002	Boas condições	13-14/vi/2012	BR, ES, São Mateus	18°39'17.1"S 39°59'36"W
N. aymore	aymore003	Boas condições	05-06.i.2022	BR, ES, Colatina	19°32'14.00"S 40°38'23.46"W
N. aymore	aymore004	Boas condições	13-14.ix.2022	BR, ES, Linhares	19°26'06.40"S 39°57'04.80"W
N. aymore	aymore005	Boas condições	13-14.ix.2022	BR, ES, Linhares	19°26'06.40"S 39°57'04.80"W
N. aymore	aymore006	Boas condições	13-14.ix.2022	BR, ES, Linhares	19°26'06.40"S 39°57'04.80"W
N. aymore	aymore007	Boas condições	13-14.ix.2022	BR, ES, Linhares	19°26'06.40"S 39°57'04.80"W
N. aymore	aymore008	Boas condições	13-14.ix.2022	BR, ES, Linhares	19°26'06.40"S 39°57'04.80"W
N. aymore	aymore009	Boas condições	13-14.ix.2022	BR, ES, Linhares	19°26'06.40"S 39°57'04.80"W
N. aymore	aymore010	Boas condições	13-14.ix.2022	BR, ES, Linhares	19°26'06.40"S 39°57'04.80"W
N. aymore	aymore011	Boas condições	18-19.xi.2014	BR, ES, Colatina	19°31'15.1"S 40°46'53.6"W
N. aymore	aymore012	Boas condições	18-19.xi.2014	BR, ES, Colatina	19°31'15.1"S 40°46'53.6"W
N. aymore	aymore013	Boas condições	19-20.xi.2014	BR, ES, Colatina	19°30'53.1"S 40°30'58.8"W
N. aymore	aymore014	Boas condições	19-20.xi.2014	BR, ES, Colatina	19°30'53.1"S 40°30'58.8"W
N. aymore	aymore015	Boas condições	19-20.xi.2014	BR, ES, Colatina	19°30'53.1"S 40°30'58.8"W
N. aymore	aymore016	Boas condições	19-20.xi.2014	BR, ES, Colatina	19°30'53.1"S 40°30'58.8"W
N. aymore	aymore017	Boas condições	19-20.xi.2014	BR, ES, Colatina	19°30'53.1"S 40°30'58.8"W
N. aymore	aymore018	Boas condições	19-20.xi.2014	BR, ES, Colatina	19°30'53.1"S 40°30'58.8"W
N. aymore	aymore019	Boas condições	19-20.xi.2014	BR, ES, Colatina	19°30'53.1"S 40°30'58.8"W
N. aymore	aymore020	Boas condições	19-20.xi.2014	BR, ES, Colatina	19°30'53.1"S 40°30'58.8"W
N. aymore	aymore021	Boas condições	19-20.xi.2014	BR, ES, Colatina	19°30'53.1"S 40°30'58.8"W
N. aymore	aymore022	Boas condições	19-20.xi.2014	BR, ES, Colatina	19°30'53.1"S 40°30'58.8"W
N. aymore	aymore023	Boas condições	19-20.xi.2014	BR, ES, Colatina	19°30'53.1"S 40°30'58.8"W
N. aymore	aymore024	Boas condições	18-19.xi.2014	BR, ES, Colatina	19°31'18.1"S 40°50'11.1"W
N. aymore	aymore025	Boas condições	23-24.ix.2014	BR, ES, Linhares	19°32'18.2"S 39°52'59.3"W
N. aymore	aymore026	Boas condições	23-24.ix.2014	BR, ES, Linhares	19°32'18.2"S 39°52'59.3"W
N. aymore	aymore027	Boas condições	19-20.xi.2014	BR, ES, Linhares	19°29'53.1"S 40°16'40.9"W
N. aymore	aymore028	Boas condições	19-20.xi.2014	BR, ES, Colatina	19°31'05.3"S 40°34'49.9"W
N. sp. 14	aymoreAff.001	Boas condições	07.ii.2022	BR, MG, Timóteo	19°44'56.80"S 42°28'42.30"W
N. sp. 14	aymoreAff.002	Boas condições	07.ii.2022	BR, MG, Timóteo	19°44'56.80"S 42°28'42.30"W
N. sp. 14	aymoreAff.003	Boas condições	08-09.i.2022	BR, MG, Naque	19°15'05.56"S 42°18'50.50"W
N. sp. 14	aymoreAff.004	Boas condições	08-09.i.2022	BR, MG, Naque	19°15'05.56"S 42°18'50.50"W
N. sp. 14	aymoreAff.005	Boas condições	08-09.i.2022	BR, MG, Naque	19°15'05.56"S 42°18'50.50"W
N. sp. 14	aymoreAff.006	Boas condições	08-09.i.2022	BR, MG, Naque	19°15'05.56"S 42°18'50.50"W
N. sp. 14	aymoreAff.007	Boas condições	12-13.i.2022	BR, MG, São José do Goiabal	20°00'52.70"S 42°44'40.10"W
N. sp. 14	aymoreAff.008	Boas condições	12-13.i.2022	BR, MG, São José do Goiabal	20°00'52.70"S 42°44'40.10"W
N. sp. 14	aymoreAff.009	Boas condições	11-12.i.2022	BR, MG, Jaguarapu	19°37'01.00"S 42°46'46.50"W
N. sp. 14	aymoreAff.010	Boas condições	11-12.i.2022	BR, MG, Jaguarapu	19°37'01.00"S 42°46'46.50"W
N. sp. 14	aymoreAff.011	Boas condições	11-12.i.2022	BR, MG, Jaguarapu	19°37'01.00"S 42°46'46.50"W
N. sp. 14	aymoreAff.012	Boas condições	11-12.i.2022	BR, MG, Jaguarapu	19°37'01.00"S 42°46'46.50"W
N. sp. 14	aymoreAff.013	Boas condições	08-09.i.2022	BR, MG, Naque	19°15'05.56"S 42°18'50.50"W
N. sp. 14	aymoreAff.014	Boas condições	20-21.viii.2022	BR, MG, Ferros	19°14'55.40"S 42°56'27.40"W
N. sp. 14	aymoreAff.015	Boas condições	20-21.viii.2022	BR, MG, Ferros	19°14'55.40"S 42°56'27.40"W
N. sp. 14	aymoreAff.016	Boas condições	20-21.viii.2022	BR, MG, Ferros	19°14'55.40"S 42°56'27.40"W
N. sp. 14	aymoreAff.017	Boas condições	20-21.viii.2022	BR, MG, Ferros	19°14'55.40"S 42°56'27.40"W
N. sp. 14	aymoreAff.018	Boas condições	04-05.ix.2022	BR, MG, Periquito	19°00'21.10"S 42°10'32.00"W
N. sp. 14	aymoreAff.019	Boas condições	04-05.ix.2022	BR, MG, Periquito	19°00'21.10"S 42°10'32.00"W
N. sp. 14	aymoreAff.020[T]	Boas condições	03-04.ix.2022	BR, MG, Naque	19°15'05.56"S 42°18'50.50"W
N. sp. 14	aymoreAff.021[T]	Boas condições	03-04.ix.2022	BR, MG, Naque	19°15'05.56"S 42°18'50.50"W
N. sp. 14	aymoreAff.022	Boas condições	16-17.viii.2022	BR, MG, Raul Soares	19°54'58.06"S 42°32'26.64"W
N. sp. 14	aymoreAff.023	Asa danificada	03-04.ix.2022	BR, MG, Naque	19°14'04.10"S 42°20'24.80"W
N. sp. 14	aymoreAff.024	Boas condições	10-11.viii.2022	BR, MG, Rio Doce	20°12'28.70"S 42°52'34.80"W
N. sp. 14	aymoreAff.025	Boas condições	09-10.viii.2022	BR, MG, Rio Doce	20°16'30.70"S 42°54'49.60"W
N. sp. 14	aymoreAff.026	Boas condições	12-13.iv.2023	BR, MG, Matias Lobato	18°34'23.50"S 41°56'52.30"W
N. sp. 14	aymoreAff.027	Boas condições	12-13.iv.2023	BR, MG, Matias Lobato	18°34'23.50"S 41°56'52.30"W

N. sp. 14	aymoreAff.028	Boas condições	12-13.iv.2023	BR, MG, Matias Lobato	18°34'23.50"S 41°56'52.30"W
N. sp. 14	aymoreAff.029	Boas condições	12-13.iv.2023	BR, MG, Matias Lobato	18°34'23.50"S 41°56'52.30"W
N. sp. 14	aymoreAff.030	Boas condições	12-13.iv.2023	BR, MG, Matias Lobato	18°34'23.50"S 41°56'52.30"W
N. sp. 1	sp1-001	Boas condições	20-21/ii/2018	BR, ES, Santa Teresa	19°52'2.53"S 40°33'34.27"W
N. sp. 1	sp1-002	Boas condições	20-21/ii/2018	BR, ES, Santa Teresa	19°53'35.13"S 40°32'39.71"W
N. sp. 1	sp1-003	Boas condições	11/i/2016	BR, ES, Santa Teresa	19°52'30"S 40°32'7"W
N. sp. 1	sp1-004	Boas condições	19/xi/2015	BR, ES, Santa Teresa	19°55'30.1"S 40°33'21.9"W
N. sp. 1	sp1-005	Boas condições	30/ix - 01/x/2017	BR, ES, Santa Teresa	19°53'20.60"S 40°32'41.50"W
N. sp. 1	sp1-006[T]	Boas condições	30/ix - 01/x/2017	BR, ES, Santa Teresa	19°53'20.60"S 40°32'41.50"W
N. sp. 1	sp1-007	Boas condições	18-19/xi/2017	BR, ES, Santa Teresa	19°53'35.13"S 40°32'39.71"W
N. sp. 1	sp1-008	Boas condições	18-19/xi/2017	BR, ES, Santa Teresa	19°53'20.60"S 40°32'41.50"W
N. sp. 1	sp1-009	Boas condições	28/xii/2017	BR, ES, Santa Teresa	19°52'2.53"S 40°33'34.27"W
N. sp. 1	sp1-010	Boas condições	28/xii/2017	BR, ES, Santa Teresa	19°52'2.53"S 40°33'34.27"W
N. sp. 1	sp1-011	Boas condições	17-18/i/2018	BR, ES, Santa Teresa	19°53'35.13"S 40°32'39.71"W
N. sp. 1	sp1-012[T]	Boas condições	17-18/i/2018	BR, ES, Santa Teresa	19°53'35.13"S 40°32'39.71"W
N. sp. 1	sp1-013[T]	Boas condições	17-18/i/2018	BR, ES, Santa Teresa	19°53'20.60"S 40°32'41.50"W
N. sp. 1	sp1-014	Boas condições	17-18/i/2018	BR, ES, Santa Teresa	19°53'20.60"S 40°32'41.50"W
N. sp. 1	sp1-015	Boas condições	15.iv.2018	BR, ES, Santa Teresa	19°52'2.53"S 40°33'34.27"W
N. sp. 1	sp1-016	Boas condições	09.ii.2016	BR, ES, Santa Teresa	19°54'53.42"S 40°33'40.36"W
N. sp. 1	sp1-017[T]	Boas condições	20-21.ii.2018	BR, ES, Santa Teresa	19°53'20.60"S 40°32'41.50"W
N. sp. 2	sp2-001	Boas condições	20-21/ii/2018	BR, ES, Santa Teresa	19°52'2.53"S 40°33'34.27"W
N. sp. 2	sp2-002	Boas condições	20-21/iii/2018	BR, ES, Santa Teresa	19°52'2.53"S 40°33'34.27"W
N. sp. 2	sp2-003	Boas condições	14-15/iv/2018	BR, ES, Santa Teresa	19°53'20.60"S 40°32'41.50"W
N. sp. 2	sp2-004[T]	Boas condições	14-15/iv/2018	BR, ES, Santa Teresa	19°53'20.60"S 40°32'41.50"W
N. sp. 2	sp2-005[T]	Boas condições	21-22/x/2017	BR, ES, Santa Teresa	19°52'2.53"S 40°33'34.27"W
N. sp. 2	sp2-006	Boas condições	21-22/x/2017	BR, ES, Santa Teresa	19°53'35.13"S 40°32'39.71"W
N. sp. 2	sp2-007	Boas condições	21/x - 18/xi/2017	BR, ES, Santa Teresa	19°52'2.53"S 40°33'34.27"W
N. sp. 2	sp2-008	Boas condições	18-19/xi/2017	BR, ES, Santa Teresa	19°52'2.53"S 40°33'34.27"W
N. sp. 2	sp2-009	Boas condições	18-19/xi/2017	BR, ES, Santa Teresa	19°52'2.53"S 40°33'34.27"W
N. sp. 2	sp2-010	Boas condições	18/xi - 19/xii/2017	BR, ES, Santa Teresa	19°52'2.53"S 40°33'34.27"W
N. sp. 2	sp2-011	Boas condições	17-18/i/2018	BR, ES, Santa Teresa	19°53'20.60"S 40°32'41.50"W
N. sp. 2	sp2-012	Boas condições	17.xi.2021	BR, MG, Araponga	20°39'16.0"S 42°27'13.0"W
N. sp. 2	sp2-013	Boas condições	17.xi.2021	BR, MG, Araponga	20°39'16.0"S 42°27'13.0"W
N. sp. 2	sp2-014	Boas condições	17.xi.2021	BR, MG, Araponga	20°39'16.0"S 42°27'13.0"W
N. sp. 2	sp2-015[T]	Boas condições	17.xi.2021	BR, MG, Araponga	20°39'16.0"S 42°27'13.0"W
N. sp. 2	sp2-016[T]	Boas condições	30/ix - 21/x/2017	BR, ES, Santa Teresa	19°52'2.53"S 40°33'34.27"W
N. sp. 2	sp2-017[T]	Boas condições	20-21/iii/2018	BR, ES, Santa Teresa	19°53'35.13"S 40°32'39.71"W
N. separata	separata001	Boas condições	14-15/iv/2018	BR, ES, Santa Teresa	19°53'35.13"S 40°32'39.71"W
N. separata	separata002	Boas condições	19/xi/2015	BR, ES, Santa Teresa	19°55'30.1"S 40°33'21.9"W
N. separata	separata003	Boas condições	19/xi/2015	BR, ES, Santa Teresa	19°55'30.1"S 40°33'21.9"W
N. separata	separata004	Boas condições	11-12.i.2016	BR, ES, Santa Teresa	19°52'30.9"S 40°32'7.4"W
N. separata	separata005	Boas condições	11-12.i.2016	BR, ES, Santa Teresa	19°52'30.9"S 40°32'7.4"W
N. separata	separata006	Boas condições	28/xii/2017	BR, ES, Santa Teresa	19°53'20.60"S 40°32'41.50"W
N. separata	separata007	Boas condições	17-18/i/2018	BR, ES, Santa Teresa	19°53'20.60"S 40°32'41.50"W
N. separata	separata008	Boas condições	04-05.x.2022	BR, MG, Jaboticatubas	19°15'33"S 43°31'19.9"W
N. separata	separata009	Boas condições	04-05.x.2022	BR, MG, Jaboticatubas	19°15'33"S 43°31'19.9"W
N. separata	separata010	Boas condições	04-05.x.2022	BR, MG, Jaboticatubas	19°15'33"S 43°31'19.9"W
N. separata	separata011	Boas condições	04-05.x.2022	BR, MG, Jaboticatubas	19°15'33"S 43°31'19.9"W
N. separata	separata012[T]	Boas condições	26-27.vi.2014	BR, ES, Alegre	20°37'04.20"S 41°37'29.20"W
N. separata	separata013[T]	Boas condições	26-27.vi.2014	BR, ES, Alegre	20°37'04.20"S 41°37'29.20"W
N. separata	separata014[T]	Boas condições	05-06.iv.2016	BR, ES, Alfredo Chaves	20°32'58.90"S 40°51'18.80"W
N. separata	separata015[T]	Boas condições	11-12.viii.2022	BR, MG, Guaraciaba	20°32'46.30"S 42°59'25.25"W
N. fuscomaculata	fusco001[T]	Boas condições	23-24/v/2012	BR, ES, Nova Venécia	18°42'54.91"S 40°22'33.33"W
N. fuscomaculata	fusco002[T]	Boas condições	26-27/vii/2012	BR, ES, Nova Venécia	18°42'54.91"S 40°22'33.33"W
N. fuscomaculata	fusco003[T]	Boas condições	25-26/vii/2012	BR, ES, Nova Venécia	18°39'51.4"S 40°30'44.9"W
N. fuscomaculata	fusco004[T]	Boas condições	25-26/vii/2012	BR, ES, Nova Venécia	18°39'51.4"S 40°30'44.9"W
N. fuscomaculata	fusco005	Boas condições	08-09/ix/2012	BR, ES, São Mateus	18°39'2.2"S 40°7'23.4"W
N. fuscomaculata	fusco006[T]	Boas condições	25-26/vii/2012	BR, ES, Nova Venécia	18°33'27.5"S 40°20'6.5"W
N. fuscomaculata	fusco007[T]	Boas condições	16-17/iv/2012	BR, ES, Nova Venécia	18°33'27.5"S 40°20'6.5"W
N. fuscomaculata	fusco008[T]	Boas condições	16-17/iv/2012	BR, ES, Nova Venécia	18°33'27.5"S 40°20'6.5"W
N. fuscomaculata	fusco009[T]	Boas condições	16-17/iv/2012	BR, ES, Nova Venécia	18°33'27.5"S 40°20'6.5"W
N. fuscomaculata	fusco010[T]	Boas condições	18-19/iv/2012	BR, ES, Nova Venécia	18°39'51.4"S 40°30'44.9"W
N. fuscomaculata	fusco011[T]	Boas condições	18-19/iv/2012	BR, ES, Nova Venécia	18°39'51.4"S 40°30'44.9"W
N. fuscomaculata	fusco012[T]	Boas condições	19-20.viii.2022	BR, MG, S. Antônio Rio Abaixo	19°13'52.40"S 43°12'54.80"W
N. fuscomaculata	fusco013[T]	Boas condições	19-20.viii.2022	BR, MG, S. Antônio Rio Abaixo	19°13'52.40"S 43°12'54.80"W
N. fuscomaculata	fusco014[T]	Boas condições	19-20.viii.2022	BR, MG, S. Antônio Rio Abaixo	19°13'52.40"S 43°12'54.80"W
N. fuscomaculata	fusco015[T]	Boas condições	11.ix.2022	BR, MG, Aimorés	19°26'03.80"S 41°05'54.10"W
N. fuscomaculata	fusco016[T]	Boas condições	11.ix.2022	BR, MG, Aimorés	19°26'03.80"S 41°05'54.10"W
N. fuscomaculata	fusco017	Boas condições	04-05.iv.2016	BR, ES, Alegre	20°37'04.20"S 41°37'29.20"W
N. fuscomaculata	fusco018	Boas condições	15-16.iv.2013	BR, ES, Nova Venécia	18°39'51.40"S 40°30'44.90"W

N. fuscomaculata	fusco019	Boas condições	15-16.iv.2013	BR, ES, Nova Venécia	18°39'51.40"S	40°30'44.90"W
N. fuscomaculata	fusco020	Boas condições	15-16.iv.2013	BR, ES, Nova Venécia	18°39'51.40"S	40°30'44.90"W
N. fuscomaculata	fusco021	Boas condições	25.v.2016	BR, ES, Domingos Martins	20°20'32.20"S	40°35'01.10"W
N. fuscomaculata	fusco022	Boas condições	12.vi.2018	BR, ES, Sooretama	19°07'33.10"S	40°14'26.10"W
N. fuscomaculata	fusco023	Boas condições	12.vi.2018	BR, ES, Sooretama	19°07'33.10"S	40°14'26.10"W
N. fuscomaculata	fusco024	Boas condições	12.vi.2018	BR, ES, Sooretama	19°07'33.10"S	40°14'26.10"W
N. fuscomaculata	fusco025	Boas condições	21-22.xi.2012	BR, ES, Nova Venécia	18°39'51.40"S	40°30'44.90"W
N. fuscomaculata	fusco026	Boas condições	19-20.xi.2014	BR, ES, Colatina	19°30'53.1"S	40°30'58.8"W
N. fuscomaculata	fusco027	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. fuscomaculata	fusco028	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. fuscomaculata	fusco029	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. fuscomaculata	fusco030[T]	Boas condições	20.i.2015	BR, ES, Sooretama	19°07'33.10"S	40°14'26.10"W
N. fuscomaculata	fusco031	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. sp. 17	pantAff.001	Boas condições	20.xi.2023	BR, MG, Araponga	20°39'22.0"S	42°27'10.0"W
N. sp. 17	pantAff.002	Boas condições	20.xi.2023	BR, MG, Araponga	20°39'22.0"S	42°27'10.0"W
N. sp. 17	pantAff.003	Boas condições	15-16.ii.2023	BR, MG, Araponga	20°39'18.00"S	42°27'12.00"W
N. sp. 17	pantAff.004	Boas condições	15-16.ii.2023	BR, MG, Araponga	20°39'18.00"S	42°27'12.00"W
N. sp. 17	pantAff.005	Boas condições	17-18/ii/2018	BR, ES, Ibitirama	20°29'51.3"S	41°43'45.9"W
N. sp. 6	sp6-001	Boas condições	19-20.viii.2022	BR, MG, S. Antônio Rio Abaixo	19°13'52.40"S	43°12'54.80"W
N. sp. 6	sp6-002[T]	Boas condições	19-20.viii.2022	BR, MG, S. Antônio Rio Abaixo	19°13'52.40"S	43°12'54.80"W
N. sp. 6	sp6-003[T]	Boas condições	19-20.viii.2022	BR, MG, S. Antônio Rio Abaixo	19°13'52.40"S	43°12'54.80"W
N. sp. 6	sp6-004[T]	Boas condições	19-20.viii.2022	BR, MG, S. Antônio Rio Abaixo	19°13'52.40"S	43°12'54.80"W
N. sp. 6	sp6-005[T]	Boas condições	19-20.viii.2022	BR, MG, S. Antônio Rio Abaixo	19°13'52.40"S	43°12'54.80"W
N. sp. 6	sp6-006[T]	Boas condições	19-20.viii.2022	BR, MG, S. Antônio Rio Abaixo	19°13'52.40"S	43°12'54.80"W
N. sp. 6	sp6-007[T]	Boas condições	19-20.viii.2022	BR, MG, S. Antônio Rio Abaixo	19°13'52.40"S	43°12'54.80"W
N. sp. 6	sp6-008[T]	Boas condições	08-09.i.2022	BR, MG, Naque	19°15'05.56"S	42°18'50.50"W
N. sp. 6	sp6-009[T]	Boas condições	08-09.i.2022	BR, MG, Naque	19°15'05.56"S	42°18'50.50"W
N. sp. 6	sp6-010[T]	Boas condições	09-10.i.2022	BR, MG, S. Antônio Rio Abaixo	19°13'52.40"S	43°12'54.80"W
N. ortizi	ortizi001	Boas condições	28/i/2015	BR, ES, Sooretama	19°07'33.1"S	40°14'26.1"W
N. ortizi	ortizi002	Boas condições	07.ii.2022	BR, MG, Timóteo	19°44'56.80"S	42°28'42.30"W
N. ortizi	ortizi003	Boas condições	25-26.vii.2012	BR, ES, Nova Venécia	18°39'51.40"S	40°30'44.90"W
N. ortizi	ortizi004	Boas condições	25-26.vii.2012	BR, ES, Nova Venécia	18°39'51.40"S	40°30'44.90"W
N. ortizi	ortizi005	Boas condições	25-26.vii.2012	BR, ES, Nova Venécia	18°39'51.40"S	40°30'44.90"W
N. ortizi	ortizi006	Boas condições	25-26/iv/2012	BR, ES, Nova Venécia	18°39'51.4"S	40°30'44.9"W
N. ortizi	ortizi007	Boas condições	25-26/vii/2012	BR, ES, Nova Venécia	18°39'51.4"S	40°30'44.9"W
N. ortizi	ortizi008	Boas condições	25-26/vii/2012	BR, ES, Nova Venécia	18°39'51.4"S	40°30'44.9"W
N. ortizi	ortizi009	Boas condições	18-19/iv/2012	BR, ES, Nova Venécia	18°39'51.4"S	40°30'44.9"W
N. ortizi	ortizi010	Boas condições	18-19/iv/2012	BR, ES, Nova Venécia	18°39'51.4"S	40°30'44.9"W
N. ortizi	ortizi011	Boas condições	18-19/iv/2012	BR, ES, Nova Venécia	18°39'51.4"S	40°30'44.9"W
N. ortizi	ortizi012[T]	Boas condições	09-10.i.2022	BR, MG, S. Antônio Rio Abaixo	19°13'52.40"S	43°12'54.80"W
N. ortizi	ortizi013[T]	Boas condições	04-05.ix.2022	BR, MG, Periquito	19°00'21.10"S	42°10'32.00"W
N. ortizi	ortizi014	Boas condições	15-16.iv.2013	BR, ES, Nova Venécia	18°39'51.40"S	40°30'44.90"W
N. ortizi	ortizi015	Boas condições	15-16.iv.2013	BR, ES, Nova Venécia	18°39'51.40"S	40°30'44.90"W
N. ortizi	ortizi016	Boas condições	15-16.iv.2013	BR, ES, Nova Venécia	18°39'51.40"S	40°30'44.90"W
N. ortizi	ortizi017	Boas condições	15-16.iv.2013	BR, ES, Nova Venécia	18°39'51.40"S	40°30'44.90"W
N. ortizi	ortizi018	Boas condições	15-16.iv.2013	BR, ES, Nova Venécia	18°39'51.40"S	40°30'44.90"W
N. ortizi	ortizi019	Boas condições	15-16.iv.2013	BR, ES, Nova Venécia	18°42'54.91"S	40°22'33.33"W
N. ortizi	ortizi020	Boas condições	25.x.2023	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. punctata	punctata001	Boas condições	07.ii.2022	BR, MG, Timóteo	19°44'56.80"S	42°28'42.30"W
N. punctata	punctata002	Boas condições	14-15.i.2022	BR, MG, Guaraciaba	20°32'46.30"S	42°59'25.25"W
N. punctata	punctata003	Boas condições	14-15.i.2022	BR, MG, Guaraciaba	20°32'46.30"S	42°59'25.25"W
N. punctata	punctata004	Boas condições	10-11.viii.2022	BR, MG, Rio Doce	20°19'45.20"S	42°53'55.00"W
N. punctata	punctata005	Boas condições	06-07.ix.2022	BR, MG, Tumiritinga	18°58'07.56"S	41°39'49.36"W
N. punctata	punctata006	Boas condições	11-12.viii.2022	BR, MG, Ponte Nova	20°26'43.10"S	42°59'05.70"W
N. punctata	punctata007	Boas condições	04-05.ix.2022	BR, MG, Periquito	19°00'21.10"S	42°10'32.00"W
N. punctata	punctata008	Boas condições	04-05.ix.2022	BR, MG, Governador Valadares	18°55'50.27"S	42°01'20.23"W
N. punctata	punctata009	Boas condições	11.ix.2022	BR, MG, Aimorés	19°26'03.80"S	41°05'54.10"W
N. punctata	punctata010	Boas condições	11.ix.2022	BR, MG, Aimorés	19°26'03.80"S	41°05'54.10"W
N. punctata	punctata011	Boas condições	10-11.viii.2022	BR, MG, Rio Doce	20°12'28.70"S	42°52'34.80"W
N. punctata	punctata012	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. punctata	punctata013	Boas condições	27.x.2020	BR, MG, Canaã	20°36'19.00"S	42°36'13.00"W
N. punctata	punctata014	Boas condições	15-16.iv.2015	BR, ES, Nova Venécia	18°39'51.40"S	40°30'44.90"W
N. punctata	punctata015	Boas condições	08-09.ix.2022	BR, MG, Aimorés	19°26'03.80"S	41°05'54.10"W
N. punctata	punctata016[T]	Boas condições	08-09.ix.2022	BR, MG, Aimorés	19°26'03.80"S	41°05'54.10"W
N. punctata	punctata017	Boas condições	20.i.2015	BR, ES, Sooretama	19°07'33.10"S	40°14'26.10"W
N. punctata	punctata018	Boas condições	19-20.xi.2014	BR, ES, Linhares	19°29'53.1"S	40°16'40.9"W
N. punctata	punctata019	Boas condições	08-09.i.2022	BR, MG, Naque	19°15'05.56"S	42°18'50.50"W
N. punctata	punctata020	Boas condições	08-09.i.2022	BR, MG, Naque	19°15'05.56"S	42°18'50.50"W

APÊNDICE B2 - Tabela valor-*p* dos teste Dun's Post Hoc dos escores dos componentes principais entre as espécies da análise preliminar.

		N. adusta	N. sp. 12	N. aureovittata	N. sp. 9	N. sp.5
N. adusta	PC1	-	0,006405	0,2459	4,22E-08	0,00031
	PC2	-	1,87E-06	0,07506	3,64E-07	0,7773
	PC3	-	0,004902	0,2258	0,8328	1,86E-06
	PC4	-	0,456	0,00097	0,002486	0,05016
	PC5	-	0,3183	0,1351	0,8999	0,5434
N. sp. 12	PC1	0,006405	-	0,06316	6,89E-14	3,15E-09
	PC2	1,87E-06	-	1,04E-10	0,3719	1,15E-06
	PC3	0,004902	-	7,85E-05	0,001376	0,3352
	PC4	0,456	-	0,04478	0,08635	0,4038
	PC5	0,3183	-	0,02153	0,3331	0,5747
N. aureovittata	PC1	0,2459	0,06316	-	7,51E-13	2,61E-07
	PC2	0,07506	1,04E-10	-	9,93E-14	0,02241
	PC3	0,2258	7,85E-05	-	0,2576	1,14E-10
	PC4	0,00097	0,04478	-	0,6451	0,1149
	PC5	0,1351	0,02153	-	0,07028	0,02074
N. sp. 9	PC1	4,22E-08	6,89E-14	7,51E-13	-	0,03722
	PC2	3,64E-07	0,3719	9,93E-14	-	6,43E-08
	PC3	0,8328	0,001376	0,2576	-	1,69E-08
	PC4	0,002486	0,08635	0,6451	-	0,2356
	PC5	0,8999	0,3331	0,07028	-	0,5843
N. sp.5	PC1	0,00031	3,15E-09	2,61E-07	0,03722	-
	PC2	0,7773	1,15E-06	0,02241	6,43E-08	-
	PC3	1,86E-06	0,3352	1,14E-10	1,69E-08	-
	PC4	0,05016	0,4038	0,1149	0,2356	-
	PC5	0,5434	0,5747	0,02074	0,5843	-

APÊNDICE C2 - Correlação Intraclasse do tamanho do centróide das digitalização das fotografias de 2023 e 2024.

	Sum of sqrs	df	Mean square	F
Between raters:	1,69619	1	1,69619	306,4
Between cases:	68,6563	112	0,613003	110,7
Within cases:	2,31629	113	0,0204981	
Residual:	0,620096	112	0,00553657	
Total:	70,9726	225		
				95% confidence
Model 1	Individual	ICC(1,1)	0,9353	[0,9075, 0,9549]
	Mean	ICC(1,k)	0,9666	[0,9515, 0,9769]
Model 2	Individual	ICC(2,1)	0,9368	[0,1552, 0,9831]
	Mean	ICC(2,k)	0,9674	[0,2687, 0,9915]
Model 3	Individual	ICC(3,1)	0,9821	[0,9741, 0,9876]
	Mean	ICC(3,k)	0,991	[0,9869, 0,9938]

APÊNDICE D2 - Correlação Intraclasse dos componentes principais da PCA das digitalização das fotografias de 2023 e 2024.

PCs	% variance	ICC	PCs	% variance	ICC
PC1	39,736	0,9978	PC21	0,191	0,8215
PC2	16,32	0,9898	PC22	0,14312	0,8317
PC3	10,324	0,9646	PC23	0,12161	0,8843
PC4	9,6646	0,9776	PC24	0,11581	0,777
PC5	5,8202	0,9669	PC25	0,08565	0,8529
PC6	3,4058	0,9458	PC26	0,080083	0,86
PC7	2,2814	0,9451	PC27	0,057238	0,7887
PC8	1,9613	0,93	PC28	0,053677	0,8692
PC9	1,6821	0,9559	PC29	0,041913	0,8047
PC10	1,5537	0,9645	PC30	0,037443	0,866
PC11	1,3768	0,9425	PC31	0,032151	0,8756

PC12	1,0256	0,9359	PC32	0,028027	0,7866
PC13	0,76213	0,9075	PC33	0,022687	0,8417
PC14	0,74019	0,9425	PC34	0,016232	0,6624
PC15	0,57558	0,8253	PC35	0,013881	0,6831
PC16	0,45327	0,8329	PC36	0,010485	0,4234
PC17	0,37364	0,9306	PC37	0,009633	0,4175
PC18	0,34629	0,7584	PC38	1,16E-11	0,1032
PC19	0,31241	0,8481	PC39	5,22E-12	0,1894
PC20	0,22449	0,8529	PC40	1,82E-12	0,1419

APÊNDICE E2 - Procrustes ANOVA das digitalização das fotografias de 2023 e 2024 entre as indivíduos por espécies. Siglas: SS = soma dos quadrados; MS = quadrados médios; df = graus de liberdade; F = estatística F e sua significância (p).

Shape, Procrustes ANOVA: *Nectopsyche adusta*

Effect	SS	MS	df	F	P (param.)
Individual	0,04833864	0,0000745967	648	35,66	<.0001
Error 1	0,00143082	0,0000020918	684		

Shape, Procrustes ANOVA: *Nectopsyche sp. 12*

Effect	SS	MS	df	F	P (param.)
Individual	0,02422303	0,0000672862	360	8,41	<.0001
Error 1	0,00316715	0,0000079978	396		

Shape, Procrustes ANOVA: *Nectopsyche aureovittata*

Effect	SS	MS	df	F	P (param.)
Individual	0,06022323	0,0000727334	828	51,45	<.0001
Error 1	0,00122145	0,0000014137	864		

Shape, Procrustes ANOVA: *Nectopsyche sp. 9*

Effect	SS	MS	df	F	P (param.)
Individual	0,06230521	0,0000596793	1044	72,46	<.0001
Error 1	0,00088945	0,0000008236	1080		

Shape, Procrustes ANOVA: *Nectopsyche sp. 5*

Effect	SS	MS	df	F	P (param.)
Individual	0,06873606	0,0000681905	1008	51,95	<.0001
Error 1	0,00137049	0,0000013127	1044		

APÊNDICE F2 - Testes de variância par-a-par dos escores dos principais componentes principais (PCs) e do tamanho do centróide (CS) entre as localidades dos indivíduos de quatro espécies. Valores significantes em asteriscos (*): * = 0,001–0,05; ** = 0,0001–0,001; *** = 0,0–0,0001.

PC1 Tukey

	N. aureovittata Periquito-MG	N. aureovittata Canaã-MG	N. adusta Canaã-MG	N. adusta Sooretama-ES	N. sp. 9 Alto Rio Doce	N. sp. 9 Baixo Rio Doce	N. sp. 5 Alto Rio Doce	N. sp. 5 Baixo Rio Doce
N. aureovittata Periquito-MG	1	***	***	***	***	***	***	***
N. aureovittata Canaã-MG			***	***	***	***	***	***
N. adusta Canaã-MG				0,4012	***	***	***	***
N. adusta Sooretama-ES					***	***	***	***
N. sp. 9 Alto Rio Doce						0,9954	*	*

N. sp. 9
Baixo Rio Doce

* *

N. sp. 5
Alto Rio Doce

1

N. sp. 5
Baixo Rio Doce

PC2 Dunn

	N. aureovittata Periquito-MG	N. aureovittata Canaã-MG	N. adusta Canaã-MG	N. adusta Sooretama-ES	N. sp. 9 Alto Rio Doce	N. sp. 9 Baixo Rio Doce	N. sp. 5 Alto Rio Doce	N. sp. 5 Baixo Rio Doce
N. aureovittata Periquito-MG		0,4394	***	***	***	***	*	0,09147
N. aureovittata Canaã-MG			***	***	***	***	*	*
N. adusta Canaã-MG				0,9037	0,8855	0,7619	***	**
N. adusta Sooretama-ES					0,9971	0,6665	***	**
N. sp. 9 Alto Rio Doce						0,5906	***	***
N. sp. 9 Baixo Rio Doce							***	**
N. sp. 5 Alto Rio Doce								0,9648
N. sp. 5 Baixo Rio Doce								

PC3 Dunn

	N. aureovittata Periquito-MG	N. aureovittata Canaã-MG	N. adusta Canaã-MG	N. adusta Sooretama-ES	N. sp. 9 Alto Rio Doce	N. sp. 9 Baixo Rio Doce	N. sp. 5 Alto Rio Doce	N. sp. 5 Baixo Rio Doce
N. aureovittata Periquito-MG		0,3136	***	**	0,09874	0,07743	***	***
N. aureovittata Canaã-MG			*	*	0,8544	0,6044	***	*
N. adusta Canaã-MG				0,7777	*	*	0,2892	0,996
N. adusta Sooretama-ES					*	0,05167	0,1616	0,7656
N. sp. 9 Alto Rio Doce						0,6442	***	**
N. sp. 9 Baixo Rio Doce							***	*
N. sp. 5 Alto Rio Doce								0,2355
N. sp. 5 Baixo Rio Doce								

PC4 Tukey

	N. aureovittata Periquito-MG	N. aureovittata Canaã-MG	N. adusta Canaã-MG	N. adusta Sooretama-ES	N. sp. 9 Alto Rio Doce	N. sp. 9 Baixo Rio Doce	N. sp. 5 Alto Rio Doce	N. sp. 5 Baixo Rio Doce
N. aureovittata Periquito-MG		*	0,09	0,4216	*	0,4553	0,06262	**
N. aureovittata Canaã-MG			0,9989	0,9226	0,9767	0,8179	0,901	0,9977

N. adusta Canaã-MG	0,9981	1	0,9879	0,9988	0,8824
N. adusta Sooretama-ES		0,9995	1	1	0,4629
N. sp. 9 Alto Rio Doce			0,9927	0,9998	0,4853
N. sp. 9 Baixo Rio Doce				0,9999	0,261
N. sp. 5 Alto Rio Doce					0,2791
N. sp. 5 Baixo Rio Doce					

CS Tukey

	N. aureovittata Periquito-MG	N. aureovittata Canaã-MG	N. adusta Canaã-MG	N. adusta Sooretama-ES	N. sp. 9 Alto Rio Doce	N. sp. 9 Baixo Rio Doce	N. sp. 5 Alto Rio Doce	N. sp. 5 Baixo Rio Doce
N. aureovittata Periquito-MG		0,1534	***	***	***	***	***	*
N. aureovittata Canaã-MG			***	***	***	***	***	***
N. adusta Canaã-MG				0,962	***	***	0,9991	0,321
N. adusta Sooretama-ES					***	***	0,5761	0,9525
N. sp. 9 Alto Rio Doce						0,1866	***	***
N. sp. 9 Baixo Rio Doce							***	***
N. sp. 5 Alto Rio Doce								*
N. sp. 5 Baixo Rio Doce								

APÊNDICE G2 - Teste de outliers para o tamanho dos centróides (n = 475).

	Grubbs test	p	status	Dixon Q test	p	status	Multiple outlier
N.sp. 13	1,557	0,2746	No significant outliers	0,4908	0,3143	No significant outliers	No
N. sp. 3	2,914	0,014	Outlier at p<0.05	0,5426	0,02136	Outlier at p<0.05	No
N. aureovittata	2,49	0,3391	No significant outliers				No
N. adusta	2,955	0,06719	No significant outliers				Yes
N. sp. 12	2,415	0,435	No significant outliers				No
N. sp. 5	2,433	0,6052	No significant outliers				Yes
N. sp. 9	2,151	1	No significant outliers				No
N. sp. 8	1,868	0,9853	No significant outliers	0,2436	0,6387	No significant outliers	No
N. sp. 10	2,061	0,5208	No significant outliers	0,2827	0,5447	No significant outliers	No
N. splendida	1,736	0,8773	No significant outliers	0,2373	0,7443	No significant outliers	No
N. aymore	1,683	1	No significant outliers	0,08575	0,9523	No significant outliers	No
N. sp. 14	3,043	0,0247	Outlier at p<0.05	0,4207	0,04518	Outlier at p<0.05	No
N. sp1	1,75	1	No significant outliers	0,2371	0,7067	No significant outliers	No
N. sp2	1,658	1	No significant outliers	0,2049	0,7929	No significant outliers	No
N. separata	1,65	1	No significant outliers	0,1189	0,9608	No significant outliers	No
N. fuscomaculata	3,094	0,02262	Outlier at p<0.05				No
N. sp. 17	1,256	0,9322	No significant outliers	0,2415	0,8259	No significant outliers	No
N. sp. 6	1,811	0,4787	No significant outliers	0,128	0,8389	No significant outliers	No
N. ortizi	1,825	1	No significant outliers	0,1744	0,82	No significant outliers	No
N. punctata	1,792	1	No significant outliers	0,1437	0,8985	No significant outliers	No

APÊNDICE H2 - Teste distribuição normal do tamanho dos centróides das espécies.

	n	Shapiro-Wilk W	p(normal)	Anderson-Darling A	p(normal)
N.sp. 13	5	0,9513	0,7468	0,237	0,6006
N. sp. 3	19	0,9092	0,07144	0,5423	0,1419
N. aureovittata	36	0,9852	0,9007	0,237	0,7693
N. adusta	39	0,876	0,000486	1,3	0,001931
N. sp. 12	36	0,9777	0,6677	0,2635	0,6796
N. sp. 5	49	0,9477	0,02982	0,9274	0,01707
N. sp. 9	50	0,9843	0,7423	0,183	0,9061
N. sp. 8	19	0,9469	0,3502	0,4054	0,3185
N. sp. 10	18	0,9851	0,9872	0,1313	0,9765
N. splendida	13	0,9324	0,3667	0,3407	0,4371
N. aymore	28	0,9399	0,1098	0,5389	0,1524
N. sp. 14	29	0,9409	0,1057	0,4501	0,2569
N. sp1	17	0,96	0,6312	0,2784	0,6036
N. sp2	17	0,9242	0,1739	0,508	0,1715
N. separata	15	0,9475	0,4863	0,3129	0,512
N. fuscomaculata	31	0,9349	0,05965	0,4436	0,268
N. sp. 17	5	0,9699	0,8744	0,1701	0,8588
N. sp. 6	10	0,8605	0,07734	0,6218	0,07474
N. ortizi	20	0,9667	0,6837	0,2487	0,7133
N. punctata	19	0,9612	0,5956	0,274	0,6233

APÊNDICE I2 - Teste post-hoc de Dunn do tamanho do centróide entre as espécies.

	N. sp. 13	N. sp. 3	N. aureov.	N. adusta	N. sp. 12	N. sp. 5	N. sp. 9	N. sp. 8	N. sp. 10	N. splend.	N. aymore	N. sp. 14	N. sp. 1	N. sp. 2	N. separat.	N. fuscom.	N. sp. 17	N. sp. 6	N. ortizi	N. punctata
N.sp. 13		0,429	0,3997	0,06914	0,008025	0,006157	6,26E-06	7,34E-06	6,92E-07	0,9555	0,4519	0,06653	0,000837	2,38E-05	1,47E-07	5,94E-10	3,87E-07	1,82E-06	5,95E-08	3,87E-10
N. sp. 3	0,429		0,9876	0,09592	0,002214	0,001011	7,78E-09	2,48E-10	1,36E-10	0,2356	0,9133	0,09624	9,65E-05	1,52E-07	1,97E-11	6,82E-19	2,20E-08	1,40E-08	5,25E-13	2,43E-17
N. aureovittata	0,3997	0,9876		0,04589	0,00025	5,64E-05	4,40E-11	7,14E-15	2,88E-13	0,1826	0,8841	0,05118	1,04E-05	2,84E-09	5,28E-14	5,73E-26	4,02E-09	6,09E-10	1,27E-16	3,78E-22
N. adusta	0,06914	0,09592	0,04589		0,08207	0,04887	4,91E-07	6,54E-09	7,66E-09	0,005312	0,04431	0,9183	0,004021	9,53E-06	1,11E-09	1,21E-18	7,82E-07	7,86E-07	1,89E-11	3,38E-16
N. sp. 12	0,008025	0,002214	0,00025	0,08207		0,9245	0,000392	0,000127	1,64E-05	6,31E-05	0,000354	0,1311	0,1402	0,002638	2,41E-06	2,29E-12	4,61E-05	0,000161	2,21E-07	3,30E-11
N. sp. 5	0,006157	0,001011	5,64E-05	0,04887	0,9245		0,000269	4,83E-05	9,08E-06	2,48E-05	0,000102	0,08974	0,142	0,002141	1,29E-06	1,37E-13	4,17E-05	0,00013	8,01E-08	5,90E-12
N. sp. 9	6,26E-06	7,78E-09	4,40E-11	4,91E-07	0,000392	0,000269		0,5339	0,4682	1,66E-10	1,45E-10	2,83E-06	0,08705	0,7183	0,1988	0,01432	0,06167	0,3795	0,1701	0,006974
N. sp. 8	7,34E-06	2,48E-10	7,14E-15	6,54E-09	0,000127	4,83E-05	0,5339		0,1394	7,43E-12	1,81E-13	1,96E-07	0,1506	0,8664	0,03778	0,000116	0,01828	0,1402	0,02174	0,000109
N. sp. 10	6,92E-07	1,36E-10	2,88E-13	7,66E-09	1,64E-05	9,08E-06	0,4682	0,1394		3,07E-12	1,28E-12	6,62E-08	0,01664	0,2884	0,5571	0,109	0,1657	0,7906	0,5363	0,05286
N. splendida	0,9555	0,2356	0,1826	0,005312	6,31E-05	2,48E-05	1,66E-10	7,43E-12	3,07E-12		0,2397	0,2397	0,005961	2,71E-06	3,31E-09	4,46E-13	7,51E-20	7,49E-10	3,30E-10	1,48E-14
N. aymore	0,4519	0,9133	0,8841	0,04431	0,000354	0,000102	1,45E-10	1,81E-13	1,28E-12	0,2397		0,04826	1,43E-05	6,42E-09	2,10E-13	9,64E-24	4,65E-09	1,03E-09	1,15E-15	8,31E-21
N. sp. 14	0,06653	0,09624	0,05118	0,9183	0,1311	0,08974	2,83E-06	1,96E-07	6,62E-08	0,005961	0,04826		0,007943	3,62E-05	9,39E-09	4,98E-16	1,64E-06	2,54E-06	3,68E-10	2,03E-14
N. sp1	0,000837	9,65E-05	1,04E-05	0,004021	0,1402	0,142	0,08705	0,1506	0,01664	2,71E-06	1,43E-05	0,007943		0,1887	0,004162	2,07E-05	0,002987	0,02174	0,002184	1,47E-05
N. sp2	2,38E-05	1,52E-07	2,84E-09	9,53E-06	0,002638	0,002141	0,7183	0,8664	0,2884	3,31E-09	6,42E-09	3,62E-05	0,1887		0,1112	0,00572	0,03726	0,2445	0,08963	0,002856
N. separata	1,47E-07	1,97E-11	5,28E-14	1,11E-09	2,41E-06	1,29E-06	0,1988	0,03778	0,5571	4,46E-13	2,10E-13	9,39E-09	0,004162	0,1112		0,3912	0,3374	0,8055	0,9898	0,2115
N. fuscomaculata	5,94E-10	6,82E-19	5,73E-26	1,21E-18	2,29E-12	1,37E-13	0,01432	0,000116	0,109	7,51E-20	9,64E-24	4,98E-16	2,07E-05	0,00572	0,3912		0,6396	0,3087	0,3175	0,5786
N. sp. 17	3,87E-07	2,20E-08	4,02E-09	7,82E-07	4,61E-05	4,17E-05	0,06167	0,01828	0,1657	7,49E-10	4,65E-09	1,64E-06	0,002987	0,03726	0,3374	0,6396		0,2766	0,3175	0,8989
N. sp. 6	1,82E-06	1,40E-08	6,09E-10	7,86E-07	0,000161	0,00013	0,3795	0,1402	0,7906	3,30E-10	1,03E-09	2,54E-06	0,02174	0,2445	0,8055	0,3087	0,2766		0,8039	0,1732
N. ortizi	5,95E-08	5,25E-13	1,27E-16	1,89E-11	2,21E-07	8,01E-08	0,1701	0,02174	0,5363	1,48E-14	1,15E-15	3,68E-10	0,002184	0,08963	0,3393	0,3175	0,8039		0,1736	
N. punctata	3,87E-10	2,43E-17	3,78E-22	3,38E-16	3,30E-11	5,90E-12	0,006974	0,000109	0,05286	1,13E-18	8,31E-21	2,03E-14	1,47E-05	0,002856	0,2115	0,5786	0,8989	0,1732		

APÊNDICE J2 - Regressões lineares dos tamanhos dos centróides com os quatros primeiros componentes principais da PCA.

Ordinary Least Squares Regression: CSize-PC 1				Ordinary Least Squares Regression: CSize-PC 2			
Slope a:	0.028071	Std. error a:	0.0012922	Slope a:	0.0047182	Std. error a:	0.001389
t:	21.724	p (slope):	4,35E-69	t:	33.969	p (slope):	0.00073907
Intercept b:	-0.16885	Std. error b:	0.0079019	Intercept b:	-0.028381	Std. error b:	0.0084937
r2:	0.49943			r2:	0.023814		
p (uncorr.):	4,35E-69			p (uncorr.):	0.00073907		
Ordinary Least Squares Regression: CSize-PC 3				Ordinary Least Squares Regression: CSize-PC 4			
Slope a:	0.0072018	Std. error a:	0.0010367	Slope a:	-0.0022763	Std. error a:	0.0010001
t:	69.471	p (slope):	1,24E-07	t:	2.276	p (slope):	0.023293
Intercept b:	-0.04332	Std. error b:	0.0063393	Intercept b:	0.013692	Std. error b:	0.0061159
r2:	0.092586			r2:	0.010833		
p (uncorr.):	1,24E-07			p (uncorr.):	0.023293		

APÊNDICE K2 - Testes par-a-par de Tukey para o tamanho dos centróides (CS) e escores dos principais componentes principais da PCA entre as espécies do subgrupo I do grupo *candida*.

CS Test Tukey					
	N. sp. 17	N. sp. 1	N. sp. 2	N. separata	N. fuscomaculata
N. sp. 17		0	0	4,20E-02	0.02833
N. sp. 1			0.05882	1,16E-08	0
N. sp. 2				2,33E-03	0
N. separata					0.006846
N. fuscomaculata					
PC1 Test Tukey					
	N. sp. 17	N. sp. 1	N. sp. 2	N. separata	N. fuscomaculata
N. sp. 17		0.6647	0.9956	7,66E-08	0
N. sp. 1			0.6088	0	0
N. sp. 2				0	0
N. separata					0
N. fuscomaculata					
PC2 Test Tukey					
	N. sp. 17	N. sp. 1	N. sp. 2	N. separata	N. fuscomaculata
N. sp. 17		0.6673	0.00513	0.2185	0.9655
N. sp. 1			1,84E-06	2,90E-02	0.01217
N. sp. 2				0.2549	3,26E-02
N. separata					0.1025
N. fuscomaculata					

APÊNDICE L2 - Testes par-a-par de Tukey para o tamanho dos centróides (CS) e escores dos principais componentes principais da PCA entre as espécies do subgrupo II do grupo *candida*.

CS Test Tukey			
	N. aymore	N. sp. 14	N. splendida
N. aymore		3,76E-04	6,86E-04
N. sp. 14			0
N. splendida			
PC1 Test Tukey			
	N. aymore	N. sp. 14	N. splendida
N. aymore		0.003077	0
N. sp. 14			0
N. splendida			

APÊNDICE M2 - Testes par-a-par de Dun's Post Hoc ou Tukey para o tamanho dos centróides (CS) e escores dos principais componentes principais da PCA entre as espécies do grupo *quatuorguttata*.

CS Test Dunn				
	N. aureovittata	N. sp. 13	N. adusta	N. sp. 12
N. aureovittata		0.1666	0.0001183	1,53E-09
N. sp. 13			0.001103	1,09E-03
N. adusta				0.0007737
N. sp. 12				
PC1 Test Tukey				
	N. aureovittata	N. sp. 13	N. adusta	N. sp. 12
N. aureovittata		0.9467	0.006804	0
N. sp. 13			0.1404	0
N. adusta				0
N. sp. 12				
PC2 Test Tukey				
	N. aureovittata	N. sp. 13	N. adusta	N. sp. 12
N. aureovittata		0.009188	0.01986	0.2965
N. sp. 13			5.07E-05	0.0004799
N. adusta				0.6575
N. sp. 12				
PC3 Test Tukey				
	N. aureovittata	N. sp. 13	N. adusta	N. sp. 12
N. aureovittata		9,86E-05	0.003775	0.05487
N. sp. 13			0.02871	0.008773
N. adusta				0.8198

N. sp. 12

APÊNDICE N2 - Testes par-a-par de Dun's Post Hoc ou Tukey para o tamanho dos centróides (CS) e escores dos principais componentes principais da PCA entre as espécies do grupo *pavida*.

CS Test Dunn					
	N. sp. 8	N. sp. 9	N. sp. 10	N. sp. 3	N. sp. 5
N. sp. 8		0.2164	0.2057	4,86E-09	5,84E-06
N. sp. 9			0.006403	1,42E-09	6,87E-10
N. sp. 10				6,42E-13	5,26E-10
N. sp. 3					0.01337
N. sp. 5					
PC1 Test Tukey					
	N. sp. 8	N. sp. 9	N. sp. 10	N. sp. 3	N. sp. 5
N. sp. 8		0.0003249	1	0	0.0004062
N. sp. 9			0.0003575	0	0
N. sp. 10				0	0.000699
N. sp. 3					0
N. sp. 5					
PC2 Test Tukey					
	N. sp. 8	N. sp. 9	N. sp. 10	N. sp. 3	N. sp. 5
N. sp. 8		0.1568	0	0.006832	3.36E-11
N. sp. 9			0	0.3484	0
N. sp. 10				8,21E-05	0
N. sp. 3					0
N. sp. 5					
PC3 Test Tukey					
	N. sp. 8	N. sp. 9	N. sp. 10	N. sp. 3	N. sp. 5
N. sp. 8		4,38E-06	0.0539	0.0002574	0.0002751
N. sp. 9			0.01116	0.5874	0.01648
N. sp. 10				0.5376	0.8678
N. sp. 3					0.9019
N. sp. 5					
PC4 Test Dunn					
	N. sp. 8	N. sp. 9	N. sp. 10	N. sp. 3	N. sp. 5
N. sp. 8		0.1601	3,91E-04	0.8708	0.005029
N. sp. 9			9,46E-11	0.2266	1,56E-05
N. sp. 10				1,66E-04	0.0009537
N. sp. 3					0.002696
N. sp. 5					

APÊNDICE O2 - Teste de variância ANOVA e Kruskal-Wallis do tamanho dos centróides (CS) e escores dos principais componentes principais da PCA entre as espécies do grupo *gemma* (*N. ortizi* e *N. sp. 6*).

CS ANOVA Test for equal means					
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p (same)
Between groups:	0.36924	1	0.36924	3.102	0.0891
Within groups:	333.253	28	0.119019	Permutation p (n=99999)	
Total:	370.177	29	0.09043		
PC1 ANOVA Test for equal means					
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p (same)
Between groups:	0.0361245	1	0.0361245	375	9,46E-15
Within groups:	0.00269763	28	9,63E+00	Permutation p (n=99999)	
Total:	0.0388221	29	1,00E-05		
PC2 Kruskal-Wallis test for equal medians					
H (chi2):	0.7742				
Hc (tie corrected):	0.7742				
p (same):	0.3789				
There is no significant difference between sample medians					

V. CAPÍTULO III

DELIMITAÇÃO DE ESPÉCIES EM *Nectopsyche* MÜLLER, 1879 (TRICHOPTERA: LEPTOCERIDAE): IDENTIFICAÇÃO DE CARACTERES-CHAVE E NOVAS DESCRIÇÕES

RESUMO

A delimitação das espécies de *Nectopsyche* representa um desafio persistente na taxonomia de Trichoptera, primariamente devido às características sutis das genitálias e à natureza efêmera dos padrões de coloração das cerdas que revestem o corpo e as asas. Historicamente, as descrições taxonômicas do gênero baseiam-se principalmente na coloração das cerdas e nos aspectos gerais da genitália masculina. Atualmente, há um desequilíbrio entre espécies descritas com base em vestimentas e genitália geral, e outras conhecidas apenas por suas estruturas genitais. Para superar essa limitação, o presente estudo realizou uma investigação abrangente da morfologia externa dos adultos de *Nectopsyche*, buscando identificar caracteres diagnósticos adicionais que pudessem complementar as descrições taxonômicas. A metodologia envolveu a análise de 3040 indivíduos, coletados em diversas localidades da Bacia do Rio Doce e regiões próximas, utilizando diferentes tipos de armadilhas. A pesquisa revelou que, além dos padrões de coloração e da morfologia da genitália, diversas outras estruturas podem ser relevantes para a delimitação das espécies. Entre elas destacam-se: a quantidade e disposição das verrugas de cerdas da cabeça e do mesotórax, a coloração dos escleritos da cabeça e tórax, o formato e a venação das asas, a presença ou não de cerdas pilosas sobre as veias, a pigmentação da membrana alar, e o formato das cerdas do corpo e das asas. Os resultados permitiram o reconhecimento de 25 espécies distintas, sendo 12 delas consideradas espécies potencialmente novas. Este estudo não só contribui significativamente para o conhecimento da diversidade e distribuição geográfica de *Nectopsyche* no Brasil, mas também estabelece um novo padrão para futuras descrições taxonômicas no gênero, promovendo uma base mais sólida para a sistemática, ecologia e conservação do grupo.

Palavras-chave: insetos aquáticos, espécies novas, taxonomia, Bacia do Rio Doce.

1. INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas na delimitação das espécies de *Nectopsyche* Müller, 1879 se deve às diferenças sutis entre as genitálias das espécies, e à importância do padrão de coloração das cerdas que revestem o corpo e as asas (Flint, 1983), estruturas que se perdem facilmente em determinadas condições de preservação. Essa combinação de atributos do grupo, levou os taxonomistas a basearem fortemente suas descrições nas características do padrão de coloração da vestimenta (Holzenthal, 1995). Como consequência, muitos estudos taxonômicos limitam-se a registrar os padrões de coloração das cerdas e os aspectos gerais da genitália masculina, sem detalhar de forma aprofundada as estruturas genitais.

As primeiras descrições das espécies do gênero, ainda descritas como *Leptocella* Banks, 1899 ou *Setodes* Rambur, 1842, eram baseadas exclusivamente na coloração do corpo e das cerdas, e tamanho corporal e das asas (e.g. Walker, 1852; Hagen, 1861; Banks, 1901). Estudos posteriores começaram a incluir nas suas descrições os tamanhos dos olhos, características das pernas, venação das asas, e aspectos gerais da genitália (e.g. Ulmer, 1905; Navás, 1920; Betten & Mosely, 1940). No trabalho de Ross (1944), por exemplo, é estabelecido que o tamanhos dos olhos e certas características da genitália masculina podem ser complementares na diagnose das espécies juntamente com a padrão de coloração da vestimenta.

Este padrão de descrição dos adultos das espécies de *Nectopsyche* se manteve nos trabalhos seguintes a Ross (1944), como no estudo de Schmid (1949) e as muitas descrições realizadas por Flint (e.g. 1968, 1974, 1981, 1983, 1991). O estudo revisional das espécies norte-americanas realizados em Haddock (1977), também segue os moldes das descrições anteriores. E o estudo de revisão das espécies Neotropicais do grupo *gemma*, realizado por Holzenthal (1995), também descreve essas estruturas tradicionalmente analisadas. No entanto, vale ressaltar que as descrições apresentadas nesta revisão atingem um nível de detalhamento do padrão de coloração das cerdas e da morfologia da genitália que representa um avanço significativo em relação às descrições anteriores.

Holzenthal (1995) estabeleceu um padrão que tem sido amplamente seguido nas descrições subsequentes de espécies do gênero (Holzenthal & Ríos-Touma, 2018; Bonfá-Neto & Salles, 2023; Assunção & Quinteiro, 2023). Uma exceção é o trabalho de Oláh e Oláh Jr. (2017), que apresentou descrições de mais de 40 novas espécies com base em um protocolo descritivo próprio, distinto daquele adotado por outros autores. Embora o estudo represente um esforço para superar limitações de uma taxonomia sustentada por caracteres frágeis e

efêmeros, como as cerdas, suas descrições se concentram quase exclusivamente na genitália masculina, cujas variações, em muitos casos, são sutis e de difícil interpretação comparativa.

Assim, o estado atual da taxonomia de *Nectopsyche* é marcado por uma considerável disparidade entre os tipos de informação disponíveis para as espécies do gênero. Por um lado, há um grupo de espécies descritas com base nas vestimentas e estruturas gerais da genitália masculina. Por outro, existe um número igualmente expressivo de espécies conhecidas exclusivamente por suas estruturas genitais, sem dados sobre vestimentas ou outros traços morfológicos relevantes. Essa inconsistência na abordagem descritiva compromete diretamente a comparação entre espécies e dificulta a delimitação taxonômica, especialmente em um grupo em que as diferenças morfológicas podem ser sutis.

Uma alternativa para contornar as dificuldades taxonômicas na delimitação das espécies de *Nectopsyche* consiste na incorporação de caracteres morfológicos adicionais que complementam a diagnose das espécies. Como as características já amplamente empregadas em diversas descrições, o tamanho dos olhos e a distância interocular, há um conjunto de estruturas morfológicas que permanece pouco explorado ou até mesmo ausente nas descrições existentes: a venação e o formato das asas; o padrão de coloração e a presença de manchas nos escleritos da cabeça e do tórax; as verrugas de cerdas presentes na cabeça e no tórax; e o formato das cerdas do corpo e das asas. Algumas dessas estruturas têm sido úteis na delimitação de espécies em outros grupos de Trichoptera, como as verrugas de cerdas e venação das asas em *Smicridea* McLachlan, 1871 (Vilarino et al., 2019; Sganga et al., 2022).

Diante desta ausência de padronização nas descrições de espécies do gênero e no potencial que outros caracteres têm de agregar informações valiosas para uma delimitação segura destas espécies, o presente estudo tem como principal objetivo investigar comparativa e detalhadamente a morfologia externa dos adultos *Nectopsyche*. Busca-se, com isso, identificar caracteres adicionais que possam servir como elementos diagnósticos complementares e auxiliar na diferenciação entre espécies. Além disso, pretende-se propor e descrever novas espécies com base em uma abordagem morfológica mais abrangente, bem como contribuir para o conhecimento da distribuição geográfica do grupo, suprimindo lacunas ainda existentes e promovendo uma base mais sólida para estudos futuros em sistemática, ecologia e conservação.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. MATERIAL ANALISADO E CURADORIA

Os adultos analisados são provenientes de coletas realizadas antes (2011–2023) e durante (2023–2025) a este presente estudo. Em ambos os casos, foram utilizadas armadilhas luminosas com lâmpadas fluorescentes brancas e/ou luz negra UV, do tipo bandeja (Calor & Mariano, 2012), Pennsylvania (Frost, 1957), lençol (Upton & Mantle, 2010), bem como por armadilhas de interceptação de voo do tipo Malaise e redes de captura do tipo puçá (Upton & Mantle, 2010).

A área amostral dessas coletas abrange cerca de 60 localidades dentro dos limites da Bacia do Rio Doce, e um pouco mais de 25 pontos amostrais em áreas adjacentes à bacia (alguns pontos do Parque Nacional da Serra do Cipó, Parque Nacional do Caparaó e Reserva Biológica Augusto Ruschi) ou regiões próximas (amostras da Bacia do Rio São Mateus, e nos municípios de Alegre, Alfredo Chaves e Domingos Martins no Espírito Santo).

Pela forma de coleta da maioria dos métodos, grande parte dos espécimes encontram-se armazenados em álcool a 80%, e em coletas recentes os indivíduos foram alfinetados em via seca, totalizando alguns poucos espécimes. Todo o material analisado está depositado no Museu de Entomologia da Universidade Federal de Viçosa (UFVB).

2.2. IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE CARACTERES

A identificação das espécies neste estudo baseou-se na similaridade morfológica com descrições e redescritões de espécies neotropicais previamente publicadas, conforme apresentado por Schmid (1949), diversos trabalhos de Flint (1966, 1972, 1974, 1982, 1983, 1991), Holzenthal (1995), Holzenthal e Ríos-Touma (2018), Bonfá-Neto e Salles (2023) e Assunção e Quinteiro (2023). Esses estudos fundamentam-se principalmente na morfologia da genitália masculina, nos padrões de coloração da vestimenta dos espécimes (quando presentes), no tamanho dos olhos e na distância interocular.

As estruturas genitais foram examinadas após a diafanização do abdômen dos machos, utilizando solução de KOH 10% e/ou ácido láctico 85%, conforme os protocolos descritos por Blahnik & Holzenthal (2004) e Blahnik et al. (2007). Em seguida, os abdomens foram montados em lâminas escavadas contendo gel de glicerina para observação detalhada da genitália ao microscópio. As demais estruturas morfológicas foram analisadas com auxílio de

estereomicroscópio. Com base nessas observações, as espécies foram determinadas; nos casos em que não houve correspondência com espécies previamente descritas, os exemplares foram classificados como morfotipos.

Com as espécies já identificadas, foi realizada uma busca exploratória por novas estruturas morfológicas que possam facilitar sua distinção. Essas estruturas foram selecionadas com base em dois critérios principais: apresentarem caracteres diagnósticos entre as espécies determinadas e serem consistentes entre diferentes populações de uma mesma espécie. Essa abordagem revelou, em alguns casos, diferenças morfológicas significativas entre indivíduos previamente atribuídos à mesma espécie, que quando consistente, foram assumidos como espécies independentes.

2.3. FOTOGRAFIAS E ILUSTRAÇÕES

O corpo e as asas dos espécimes desnudos (sem vestimenta) armazenados em álcool foram fotografadas utilizando um estereomicroscópio Leica Ivesta 3 com câmera de vídeo integrada. Os espécimes alfinetados em via seca com a vestimenta intacta foram fotografados utilizando uma câmera Leica (MC170 HD) acoplada a um estereomicroscópio Leica (M205 A). As genitálias diafanizadas foram fotografadas com uma câmera Motic (Moticam A5) acoplada a um microscópio Olympus (CX31).

Quando necessário, o empilhamento de foco foi realizado com o software Helicon Focus®, visando otimizar a profundidade de campo nas imagens. Todas as fotografias foram padronizadas e editadas no Adobe Photoshop CC®, enquanto as ilustrações foram elaboradas com base nessas imagens no Adobe Illustrator CC®. As pranchas finais foram organizadas no Adobe Illustrator CC® ou, alternativamente, no Inkscape, de acordo com a demanda de cada figura.

2.4. DESCRIÇÕES E AUTOMAÇÕES

As descrições das espécies foram elaboradas seguindo o padrão estabelecido nas descrições mais abrangentes e no trabalho revisional para o gênero (Holzenthal, 1995; Holzenthal & Ríos-Touma, 2018), havendo algumas pequenas modificações para adequação das novas estruturas analisadas. As descrições foram automatizadas com um *script* personalizado desenvolvido no Google Apps Script para Google Sheets. Esse *script* utilizou dados tabelados para gerar textos padronizados, organizando as informações das células

(caracteres) em frases completas, ajustando a concordância gramatical (como plural e singular). A lista de material examinado foi compilada utilizando a macro AUTOMATEX no Microsoft Excel (Brown 2013).

2.5. TERMINOLOGIAS

A terminologia utilizada para a genitália segue os estudos de Holzenthal (1995) e Holzenthal & Ríos-Touma (2018). A nomenclatura geral da venação das asas baseia-se em Snodgrass (1935), enquanto os nomes das células e forquilhas seguem Schmid (1980). Para as verrugas de cerdas da cabeça e do tórax, adotamos a terminologia proposta por Wiggins (2004). Os termos morfológicos relacionados à cabeça seguem Kubiak et al. (2015), e a nomenclatura dos escleritos torácicos baseia-se em Tindall (1965). Por fim, a descrição do formato das cerdas foi adaptada da terminologia utilizada por Lattke et al. (2018) e Tang & Guénard (2023) para as cerdas encontradas em formigas.

Os termos tubérculos setosos (Paprocki & Silva, 2024) e verrugas de cerdas (Pes et al., 2014) são traduções do termo em inglês *setal warts* e podem ser considerados sinônimos. No entanto, para evitar confusão com a tradução da estrutura *dorsal and lateral hump* do abdômen das larvas, que também pode ser traduzida como tubérculo ou verruga, neste estudo optou-se por utilizar o termo verrugas de cerdas para *setal warts* e tubérculo dorsal e lateral para *dorsal and lateral hump*.

Os termos e nomenclaturas utilizados em algumas figuras e, em alguns casos, no texto são abreviados. Uma lista completa das abreviações é apresentada, seguida do termo original empregado nos artigos citados, as traduções que estamos utilizando neste presente estudo, e a citação das referências utilizadas (Tabela 1).

Tabela 1 - Lista de abreviações utilizadas.

Abreviação	Termo original	Tradução	Referência
A	anal veins	veias anais	Snodgrass, 1935
an	anepisternum	anepisterno	Tindall, 1965
ana	anepisternal ridge	carena anepisternal	Tindall, 1965
amw	anteromesal setose wart	verruga de cerda ântero-mesal	Wiggins, 2004
aw	anterior setose wart	verruga de cerda anterior	Wiggins, 2004
axc	axillary cord	corda axilar	Tindall, 1965
axs	axillary sclerites	escleritos axilares	Snodgrass, 1935
ba	basalare sclerite	esclerito basalar	Tindall, 1965
bc	basalar cleft	fenda basalar	Tindall, 1965
C	costal vein	veia costal	Snodgrass, 1935
Cu	cubitus veins	veias cubitais	Snodgrass, 1935
cu	cubital cross-vein	veia transversal cubital	Snodgrass, 1935
cu-a	cubito-anal cross-vein	veia transversal cubito-anal	Snodgrass, 1935
DC	discoidal cell	célula discoidal	Schmid, 1980
epm	epimeron	epimero	Tindall, 1965
eps	episternum	episterno	Tindall, 1965
fw	frontoclypeal setal wart	verruga de cerda frontoclypeal	Kubiak et al., 2015
h	humeral cross-vein	veia transversal humeral	Snodgrass, 1935
k	katapisternum	catepisterno	Tindall, 1965
I	fork I	forquilha I	Schmid, 1980
M	median veins	veia medial	Snodgrass, 1935
m-cu	medio-cubital cross-vein	veia transversal médio-cubital	Snodgrass, 1935
ocs	occipital sulcus	sulco occipital	Kubiak et al., 2015
plw	posterolateral setose wart	verruga de cerda póstero-lateral	Wiggins, 2004
pn	postnotum	pós-noto	Tindall, 1965
pocc	postocciput	pós-occípito	Kubiak et al., 2015
pre	pre-episternum	pré-episterno	Tindall, 1965
prw	pronotal setose wart	verruga de cerda pronotal	Wiggins, 2004
pw	posterior setose wart	verruga de cerda posterior	Wiggins, 2004
pw-p	pleural wing process	processo pleural da asa	Tindall, 1965
R	radius veins	veia radial	Snodgrass, 1935
r	radial cross-vein	veia transversal radial	Snodgrass, 1935
r-m	radio-medial cross-vein	veia transversal cubital	Snodgrass, 1935
s	sectorial cross-vein	veia transversal sectorial	Snodgrass, 1935
sa	subalare sclerite	esclerito subalar	Tindall, 1965
Sc	subcostal vein	veia subcostal	Snodgrass, 1935
sc	scutum	escuto	Tindall, 1965
sc-r	subcosta-radial cross-vein	veia transversal subcosta-radial	Snodgrass, 1935
scw	mesoscutal setose wart	verruga de cerda mesoescutal	Wiggins, 2004
sl	scutellum	escutelo	Tindall, 1965
seg. IX	abdominal segment IX	segmento abdominal IX	Schmid, 1980
seg. X	abdominal segment X	segmento abdominal X	Schmid, 1980
slw	mesoescutellar setose wart	verruga de cerda mesoescutelar	Wiggins, 2004
sr	spiracle	espiráculo	Tindall, 1965
t	tergum	tergo	Tindall, 1965
TC	thyridial cell	célula tiridial	Schmid, 1980
tg	tegula	tégula	Snodgrass, 1935
V	fork V	forquilha V	Schmid, 1980

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo, foram analisados e identificados em nível específico 3040 indivíduos adultos do gênero *Nectopsyche*. Desse total, apenas 130 exemplares encontram-se alfinetados e preservados a seco, os demais estão armazenados em álcool. A delimitação das espécies, baseada nos caracteres morfológicos, descritos na Seção 3.1, permitiu o reconhecimento de 25 espécies distintas. Dentre estas, 13 correspondem a morfotipos, consideradas espécies novas, 8 são espécies já descritas na literatura, enquanto as outras 4 são espécies cujo a identificação necessitam de confirmação (Tabela 2).

Tabela 2 - Espécies e indivíduos analisados.

Espécies	Descritor	Indivíduos	Armazenado
<i>Nectopsyche adusta</i>	Flint, 1983	109	Álcool e Alfinetado
<i>Nectopsyche aureovittata</i>	Flint, 1983	138	Álcool e Alfinetado
<i>Nectopsyche aymore</i>	Bonfá-Neto & Salles, 2023	303	Álcool
<i>Nectopsyche fuscomaculata</i>	Flint, 1983	232	Álcool e Alfinetado
<i>Nectopsyche ortizi</i>	Holzenthal, 1995	65	Álcool e Alfinetado
<i>Nectopsyche punctata</i>	(Ulmer, 1905)	275	Álcool e Alfinetado
<i>Nectopsyche separata</i>	(Banks, 1920)	43	Álcool e Alfinetado
<i>Nectopsyche splendida</i>	(Navás, 1917)	143	Álcool e Alfinetado
<i>Nectopsyche</i> sp. 1	sp. nov.	31	Álcool
<i>Nectopsyche</i> sp. 2	sp. nov.	23	Álcool
<i>Nectopsyche</i> sp. 3	sp. nov.	19	Álcool
<i>Nectopsyche</i> sp. 4	sp. nov.	1	Álcool
<i>Nectopsyche</i> sp. 5	sp. nov.	298	Álcool e Alfinetado
<i>Nectopsyche</i> sp. 6	sp. nov.	23	Álcool
<i>Nectopsyche</i> sp. 7	sp. nov.	2	Álcool
<i>Nectopsyche</i> sp. 8	sp. nov.	22	Álcool
<i>Nectopsyche</i> sp. 9	sp. nov.	168	Álcool e Alfinetado
<i>Nectopsyche</i> sp. 10	sp. nov.	20	Álcool
<i>Nectopsyche</i> sp. 11	sp. nov.	2	Álcool
<i>Nectopsyche</i> sp. 12	sp. nov.	189	Álcool
<i>Nectopsyche</i> sp. 13	a confirmar	5	Álcool
<i>Nectopsyche</i> sp. 14	sp. nov.	919	Álcool e Alfinetado
<i>Nectopsyche</i> sp. 15	a confirmar	1	Álcool
<i>Nectopsyche</i> sp. 16	a confirmar	1	Álcool
<i>Nectopsyche</i> sp. 17	a confirmar	9	Álcool e Alfinetado

Na Seção 3.1., são apresentados as terminologias utilizadas e as estruturas morfológicas analisadas para a delimitação das espécies e, posteriormente, na Seção 3.2, as características das espécies são descritas e demonstradas.

3.1. ESTRUTURA E CARACTERES-CHAVE

Além do padrão de coloração das vestimenta da cabeça, corpo e asas, a morfologia da genitália, o tamanho dos olhos compostos e a distância interocular, foi notado que as seguintes estruturas também são cruciais na determinação das espécies de *Nectopsyche*: a quantidade e disposição das verrugas de cerdas da cabeça e mesotórax; a coloração dos escleritos do exoesqueleto da cabeça e tórax; o formato das asas anteriores e posteriores; a configuração da venação das asas anteriores; a quantidade e tipo de cerdas pilosas sobre as veias; a pigmentação da membrana das asas anteriores; o formato das cerdas e cerdas escamiformes.

3.1.1. Cabeça e Tórax

A morfologia geral da cabeça e tórax dos *Nectopsyche* são similares a de outros Leptoceridae (Fig. 1A, B, C). Possuem o corpo longo e estreito, com antenas longas, aproximadamente três vezes o comprimento do corpo, escapo com tamanho equivalente ao comprimento da cabeça, ocelos ausentes e olhos compostos de tamanhos variados, podendo ser muito grandes em distâncias interoculares pequenas. Cabeça com cinco pares de verrugas de cerdas, geralmente grandes (Fig. 1D, E, I), e em alguns casos, como em *N. splendida*, extremamente reduzidos. Protórax pequeno e curto, com dois pares de verrugas de cerdas (Fig. 1F, J). Mesotórax bem desenvolvido, mesonoto com mesoescuto grande com verrugas de cerdas dispersas em fileiras longitudinais em quantidades variáveis, mesoescutelo pequeno, com pequeno par de verrugas de cerdas (Fig. 1G, K). Metatórax com aproximadamente metade do tamanho do mesotórax, metanoto sem verrugas de cerdas, metaescuto grande e metaescutelo pequeno (Fig. 1H, L).

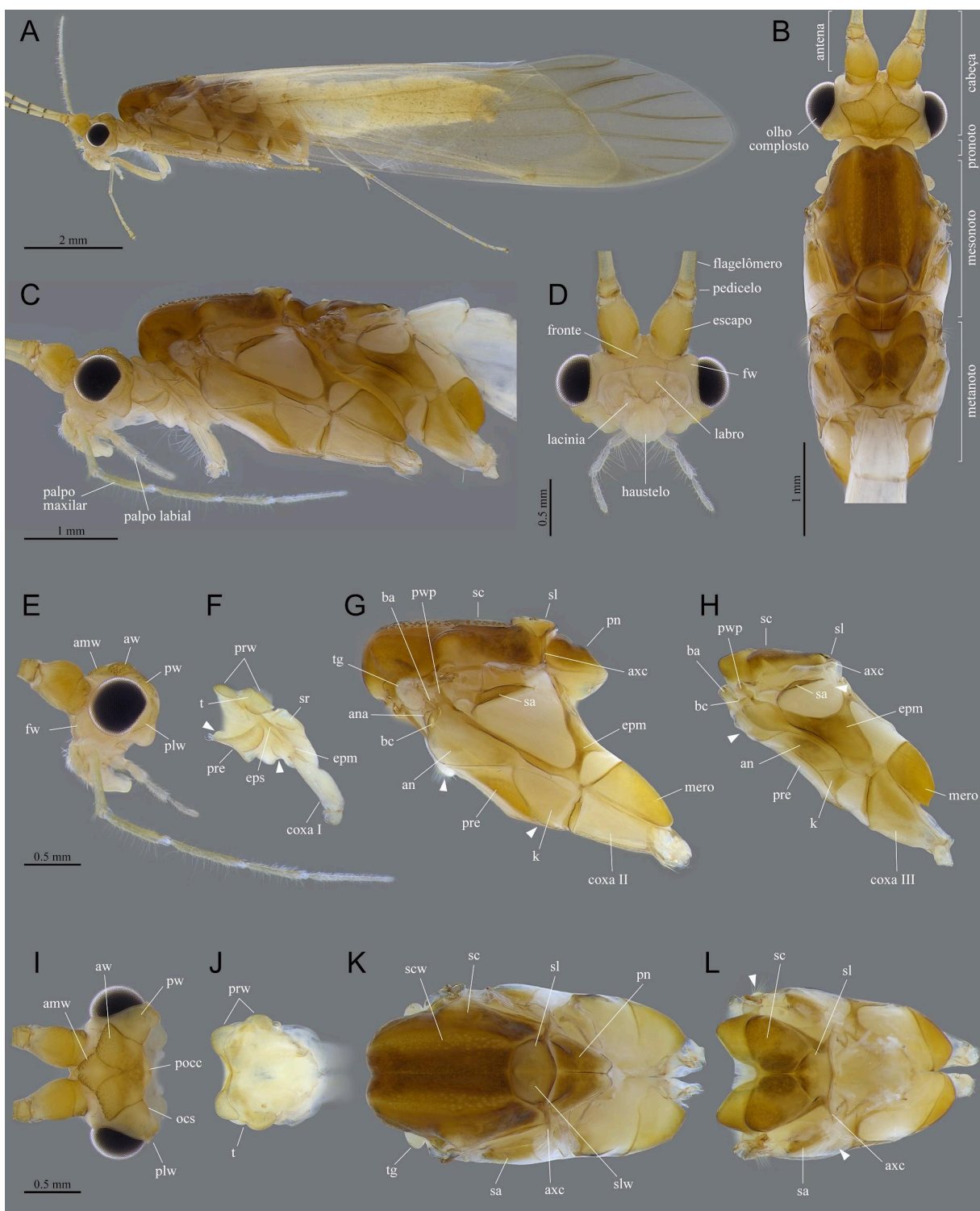


Figura 1 - Morfologia externa do tórax e cabeça de *Nectopsyche*. **A–L**, *Nectopsyche punctata* (Ulmer, 1905) em álcool; **A**, hábito lateral; **B**, cabeça e tórax dorsal; **C**, cabeça e tórax lateral; **D**, cabeça ventral; **E**, cabeça lateral; **F**, protórax lateral; **G**, mesotórax lateral; **H**, metatórax lateral; **I**, cabeça dorsal; **J**, pronoto dorsal; **K**, mesonoto dorsal; **L**, metanoto dorsal. Setas brancas mostram áreas torácicas pilosas. Lista de abreviações na tabela 1.

As estruturas e caracteres-chaves da cabeça e tórax das espécies analisadas neste estudo são as seguintes:

I. Tamanho dos olhos compostos e a distância interocular

Essas duas medidas estão correlacionadas: olhos compostos maiores geralmente apresentam distâncias interoculares menores. Por isso, é comum descrevê-las por meio da proporção relativa entre a largura dos olhos e a distância interocular. Em *Nectopsyche*, quando observados em vista dorsal, olhos compostos com largura de aproximadamente $0,2\times$ a distância interocular são considerados muito pequenos (Fig. 2E); olhos pequenos com tamanho próximos de $0,3\times$ (Fig. 2A–D); olhos de tamanho médio apresentam proporções próximas a $0,4\times$ (Fig. 2F–G); e olhos grandes, proporções próximas ou maiores que a $0,5\times$ (Fig. 2H). Em vista ventral, a distância interocular tende a ser ainda menor em espécies com olhos grandes. Por exemplo, em *N. splendida*, a largura dos olhos compostos corresponde a cerca de $0,5\times$ a distância interocular na vista dorsal, enquanto na vista ventral os olhos são significativamente mais largos do que a distância entre eles.

II. Quantidade e disposição das verrugas de cerdas

As verrugas de cerdas da cabeça dos *Nectopsyche* estão agrupadas em cinco pares, três verrugas dorsais: verruga de cerda ântero-mesal (amw); verruga de cerda anterior (aw); verruga de cerda posterior (pw) (Fig. 1I). E duas verrugas ventrais: verruga de cerda frontoclipeal (fw); verruga de cerda póstero-lateral (plw) (Fig. 1E). Encontramos variações principalmente no tamanho das verrugas de cerdas anteriores e posteriores de algumas espécies, como nas verrugas de cerdas posteriores menores de algumas espécies (Fig. 2C, G). Uma variação mais ampla é encontrada nas verrugas da cabeça de *N. splendida*, com a ausência da verruga de cerda póstero-lateral e tamanho reduzido de todas as outras verrugas (Fig. 2H).

No tórax, observa-se grande variação morfológica tanto na disposição em fileiras quanto na quantidade de verrugas de cerdas mesoescutal (scw). Entre as espécies analisadas, o número de verrugas distribuídas no mesoscuto varia de 3 a 57, sendo *N. splendida* a espécie com menor quantidade (três verrugas de cerdas) (Fig. 2H) e *N. punctata* a que apresenta a maior (57 verrugas) (Fig. 1K). A disposição em fileiras pode ocorrer em uma única linha, geralmente composta por poucas verrugas de cerdas (Fig. 2D, F, G, H). Espécies com maior número de verrugas tendem a apresentar fileiras duplas ou triplas, com duas ou três verrugas lado a lado (Fig. 2C, E). Apenas uma espécie analisada apresentou disposição em fileira quádrupla, com até quatro verrugas de cerdas dispostas paralelamente (Fig. 1K).



Figura 2 - Caracteres-chave da cabeça e tórax de *Nectopsyche*. **A**, *Nectopsyche* sp. 10, dorsal; **B**, *N.* sp. 8, dorsal; **C**, *N.* sp. 6, dorsal; **D**, *N.* sp. 11, dorsal; **E**, *N.* sp. 15, dorsal; **F**, *N. aureovittata*, dorsal; **G**, *N.* sp. 13, dorsal; **H**, *N. splendida*, dorsal.

III. Coloração dos escleritos do exoesqueleto

O uso da pigmentação do exoesqueleto pode apresentar limitações em espécimes conservados por longos períodos em álcool, assim como em indivíduos tenerais, cujos escleritos ainda não estão totalmente esclerotizados. Apesar disso, a coloração geral da cabeça e do corpo, bem como o padrão de manchas, quando preservadas, podem facilitar a delimitação de espécies menos aparentadas e até mesmo na distinção de espécies morfológicamente similares. Um exemplo é *Nectopsyche* sp. 6, que apresenta o padrão de manchas e formato das asas e genitália semelhantes aos de *N. ortizi*, mas podem ser facilmente distinguidas pela coloração diferenciada dos escleritos subalares e do metanoto (Fig. 2C).

A coloração geral do exoesqueleto dos *Nectopsyche* analisados está dentro das seguintes cores: amarelo pálido (Fig. 2A), amarelado (Fig. 2B), marrom pálido (Fig. 2G), marrom (Fig. 2E), marrom escuro (Fig. 2F) e marrom quase preto (Fig. 2H). As manchas mais evidentes e úteis na determinação das espécies são as presentes na cabeça e/ou mesonoto de algumas espécies. Como exemplo podemos citar as manchas escuras da fossa antenal (Fig. 2D, G), as manchas escuras na região póstero-lateral da cabeça (Fig. 2B), e as manchas escuras na região póstero-lateral do mesoesquito (Fig. 2D, E).

3.1.2. Asas

As asas anteriores são longas e estreitas, hialinas de coloração amarelada a marrom, porção pterostigmática mais opaca e espessa na região sub-apical da margem costal, e forquilha I e V presentes (Fig. 3A). Asas posteriores são mais curtas e largas, com região anal expandida nos machos, com pouca pigmentação, veias radiais (R) e medianas (M) atrofiadas basalmente, e forquilha V profunda (Fig. 3B). As estruturas e caracteres-chaves das asas anteriores e posteriores das espécies analisadas neste estudo são as seguintes:

I. Formato e venação das asas

A principal variação no formato geral das asas anteriores e posteriores foi observado na proporção entre largura e comprimento. Em especial a expansão da região apical das asas anteriores de *Nectopsyche ortizi* e *N. sp. 6* (Fig. 4C), e a expansão da região anal da asas posteriores de algumas espécies (Fig. 4A–C). A venação das asas anteriores apresentou variações no posicionamento das bifurcações e conexões, além de diferenças no comprimento das veias. Neste estudo, optou-se pela simplificação da descrição do conjunto de modificações

das veias, apresentando o formato e posicionamento das células e forquilhas. Desta forma, temos as principais configurações de venação da asa anterior: origem proximal da célula discoidal (DC) próxima a porção proximal da célula tiridial (TC) (Fig. 4D–F) ou distalmente a ela (Fig. 4A–C); célula TC larga (Fig. 4A–D) ou estreita (Fig. 4E, F); origem proximal de TC proximalmente (Fig. 4A–C) ou distalmente (Fig. 4D–F) à junção das veias anais A_1+A_2 com A_3 ; forquilha V com bifurcação proximal (Fig. 4F) ou distal à metade de TC.

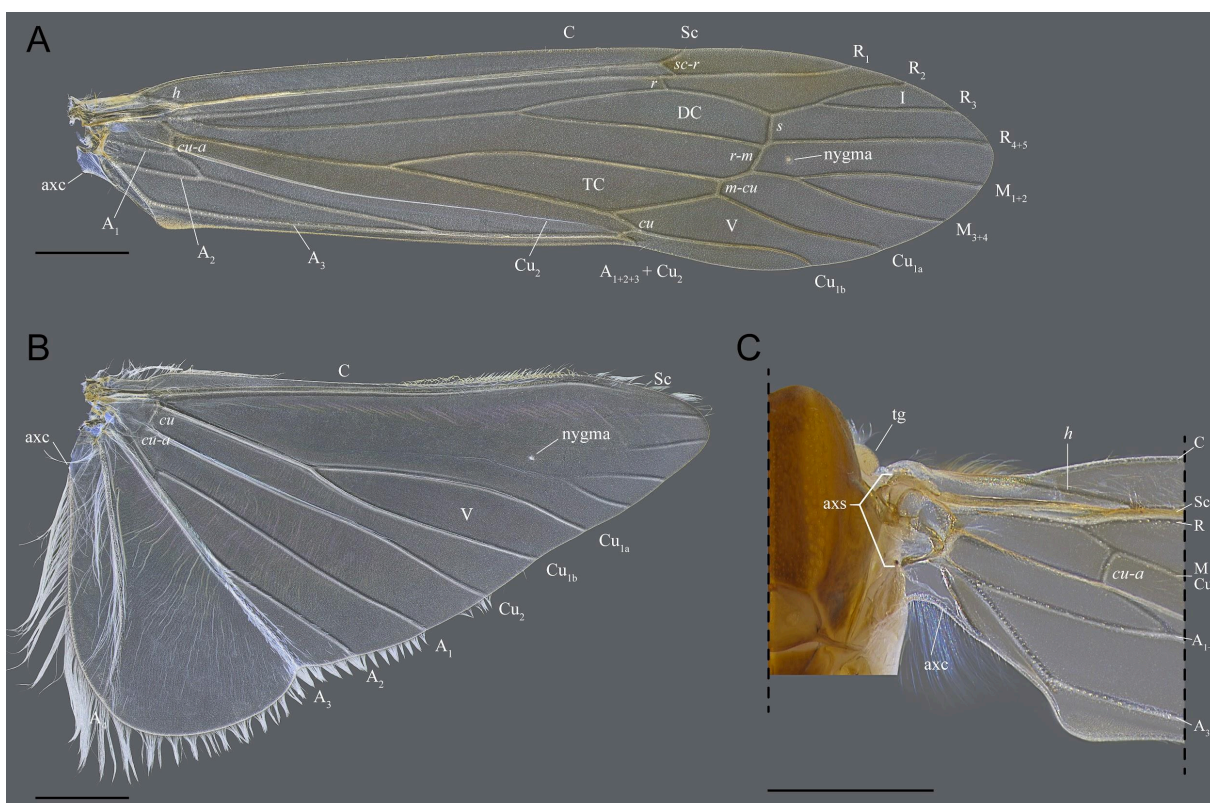


Figura 3 - Venação e articulação torácica das asas de *Nectopsyche*. **A–C**, *Nectopsyche punctata* (Ulmer, 1905) em álcool; **A**, asa anterior, dorsal; **B**, asa posterior, dorsal; **C**, mesotórax e asa anterior, dorsal. Barra de escala = 1.00 mm. Lista de abreviações na tabela 1.

II. Cerdas pilosas sobre as veias

Quase todas as veias longitudinais das asas anteriores observadas possuem inserções de cerdas que, quando destacadas, são facilmente reconhecíveis por pontos marcados sobre as veias. Em todos os *Nectopsyche* analisados notou-se uma maior concentração de cerdas pilosas na porção basal e ao longo da veia A_3 (Fig. 3C). Em *N. sp. 12*, sobre as veias cubitais que formam a célula tiridial e início da forquilha V, encontra-se uma grande concentração de cerdas pilosas curtas e finas (Fig. 5B). Um caráter notável e especialmente útil para distinguir esta espécie de *N. adusta*, morfológicamente muito semelhante, mas que não apresenta tal característica (Fig. 5A).

III. Pigmentação da membrana

A coloração da membrana das asas apresenta as mesmas limitações da coloração do exoesqueleto mencionados acima, com possível perda da pigmentação ao longo do tempo em materiais armazenados em álcool e em indivíduos ainda não completamente esclerotizados. As asas podem ser totalmente hialinas, quase completamente sem pigmentação (Fig. 4A), ou com coloração levemente amarelada (Fig. 4D), ou marrom escuro (Fig. 4E). Algumas espécies apresentam asas com manchas difusas (Fig. 4B), e outras com manchas bem marcadas (Fig. 4C).

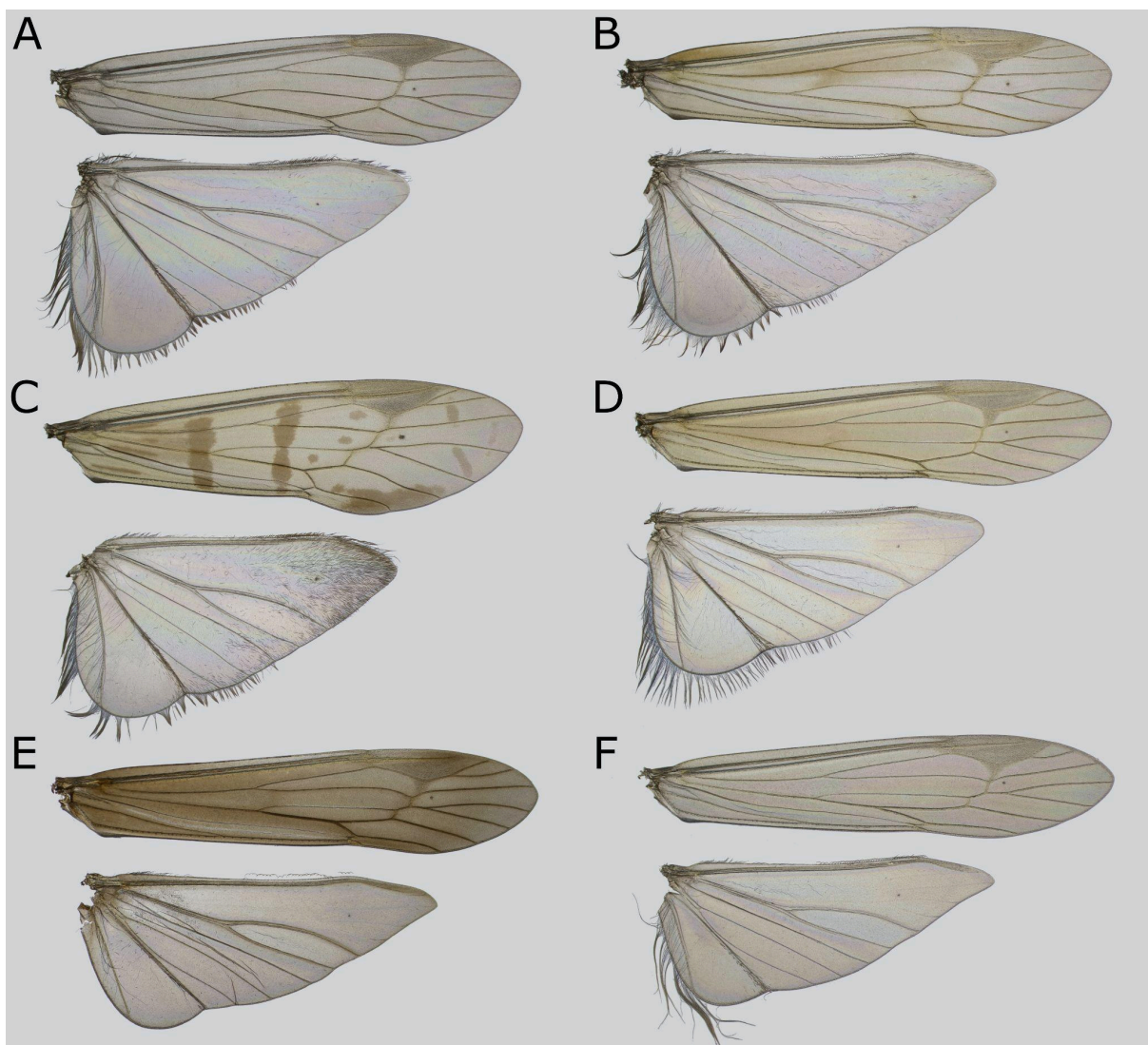


Figura 4 - Caracteres-chave das asas de *Nectopsyche*. **A–F**, asas anteriores e posteriores. **A**, *Nectopsyche punctata*; **B**, *N. separata*; **C**, *N. ortizi*; **D**, *N. sp. 9*; **E**, *N. sp. 14*; **F**, *N. sp. 12*.

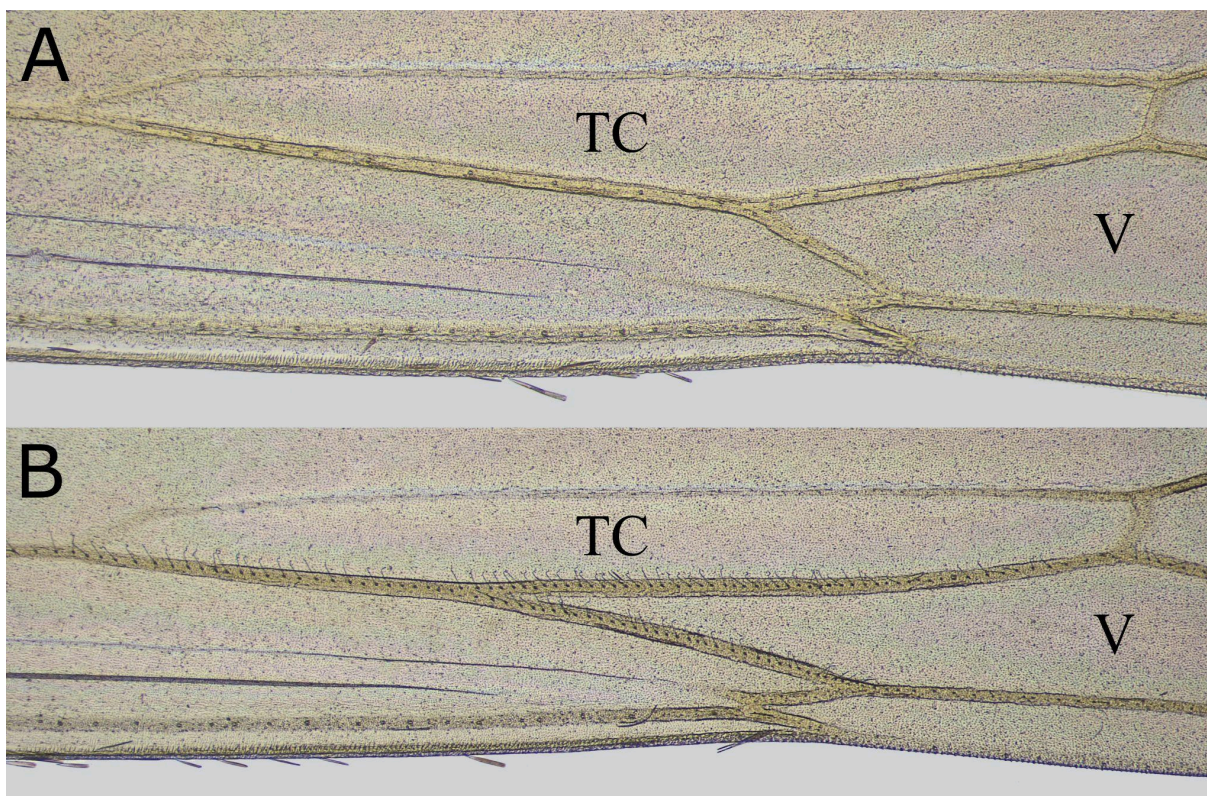


Figura 5 - Cerdas pilosas sobre as veias. **A–B**, asas anteriores. **A**, *Nectopsyche adusta*; **B**, *N. sp. 12*. Abreviações: TC, célula tiridial; V, forquilha V.

3.1.3. Vestimenta

As cerdas que recobrem o corpo e as asas dos *Nectopsyche* são variadas em cor e forma, sendo a coloração e o brilho uma das características mais marcantes do grupo. O padrão de coloração dessas cerdas é amplamente utilizado na delimitação das espécies, constituindo um caráter fundamental na taxonomia do gênero, em especial na distinção entre grupos de espécies. No entanto, padrões de coloração das cerdas semelhantes ocorrem em diversas espécies, como é o caso de muitas representantes do grupo *pavida*, que apresentam asas uniformemente cobertas por cerdas amareladas, com faixas transversais de cerdas escuras formadas por pequenas manchas entre as veias (Fig. 6H, I). Além disso, espécimes armazenados em álcool frequentemente perdem parcial ou totalmente as cerdas, o que inviabiliza a utilização da coloração como critério diagnóstico nesse tipo de material. Neste estudo, além da coloração, consideramos também o formato das cerdas, que em muitos casos apresenta morfologia escamiforme. As estruturas-chaves da vestimenta das espécies analisadas são as seguintes:

I. Padrão de coloração da vestimenta

Nos espécimes preservados a seco, foi possível observar com clareza nove padrões distintos de coloração, distribuídos entre 11 espécies de *Nectopsyche*. O padrão mostrado na Figura 6A é particularmente característico do grupo de espécies *gemma*, sendo representado aqui por *N. ortizi*. Um segundo padrão bem definido é observado em *N. punctata* (Fig. 6B), a única espécie do grupo *punctata* analisada neste estudo.

Nos grupos de espécies *candida* e *bruchi*, os padrões de coloração observados em *N. splendida* (Fig. 6C) e *N. sp. 14* (Fig. 6D) se destacam por serem bem distintos entre si e em relação a outras espécies do grupo. Ambos exibem cerdas escuras em contraste marcante com faixas compostas por cerdas prateadas. As espécies *N. separata* (Fig. 6E) e *N. fuscomaculata* (Fig. 6F) apresentam padrões de coloração distintos entre si e mais próximos do que se observa em outras espécies do grupo, com predominância de cerdas claras, manchas marrons e pontos escuros alinhados sobre as veias. Ainda dentro do grupo, destaca-se a espécie *N. sp. 17* (Fig. 6G), que exibe um padrão que lembra o observado no grupo *pavida*. Entretanto, uma diferença notável é que as pequenas manchas pontuais estão dispostas diretamente sobre as veias, ao contrário do que ocorre nas espécies típicas do grupo *pavida*.

O padrão comumente encontrado nos grupos *pavida* e *quatuorguttata* foi registrado em três espécies com coloração bastante semelhante: *N. adusta* (Fig. 6I), *N. sp. 9* (Fig. 6H) e *N. sp. 5*. Todas elas apresentam asas recobertas por cerdas amareladas, com faixas transversais compostas por pequenas manchas escuras, dispostas entre as veias. Por fim, um padrão de coloração distinto na espécie *N. aureovittata* (Fig. 6J), com as asas são cobertas por cerdas marrom-escuras intercaladas por faixas compostas por cerdas amareladas, resultando em uma aparência listrada.

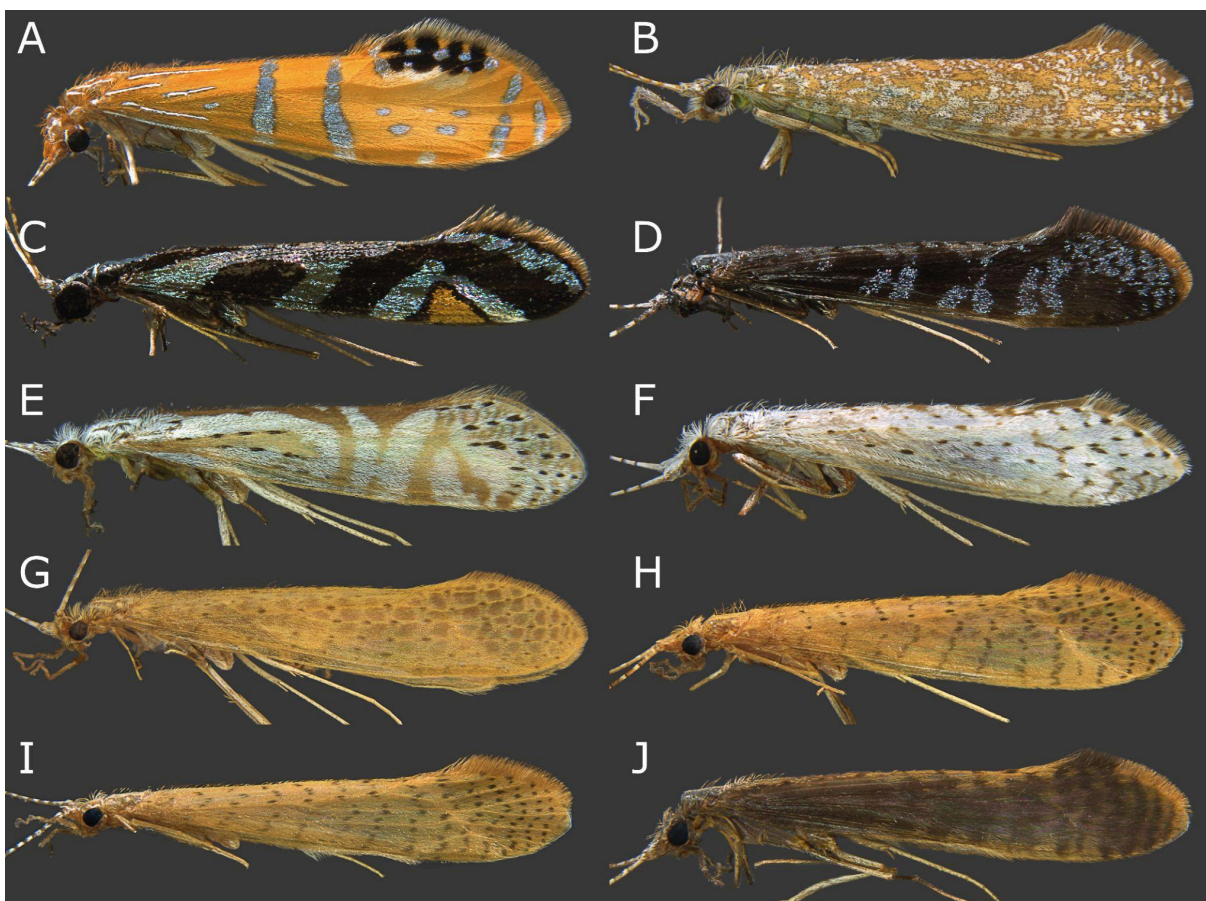
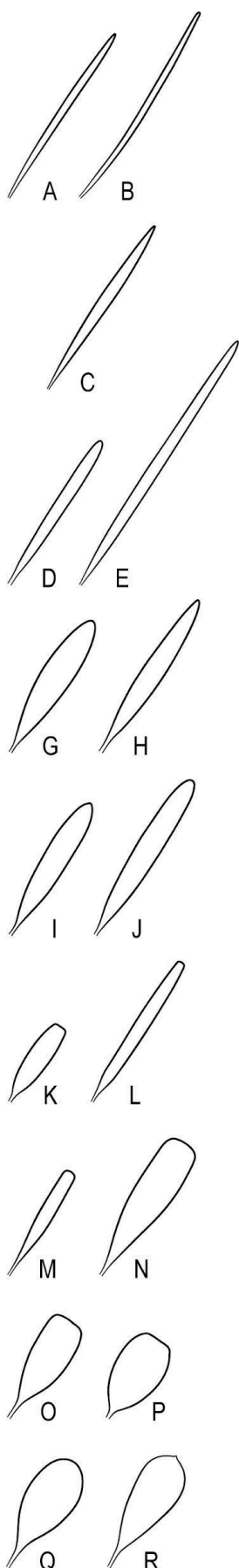


Figura 6 - Padrão de coloração das cerdas das asas. **A–J**, *Nectopsyche* spp., vista lateral. **A**, *Nectopsyche ortizi*; **B**, *N. punctata*; **C**, *N. splendida*; **D**, *N. sp. 14*; **E**, *N. separata*; **F**, *N. fuscomaculata*; **G**, *N. sp. 17*; **H**, *N. sp. 9*; **I**, *N. adusta*; **J**, *N. aureovittata*.

II. Formato das cerdas

As terminologias e definições dos formatos das cerdas seguem as propostas por Tang e Guénard (2023), com algumas adaptações. Alguns desses termos têm origem na descrição de formas de folhas na botânica e foram aplicados a cerdas encontradas em formigas (Lattke et al., 2018; Tang & Guénard, 2023). São apresentados os termos e definições utilizados, incorporando as devidas modificações nas figuras 7 e 8.



Fina (Fig. 7A, B): muito estreita, sem diferenças de largura ao longo da cerda, com lados amplamente paralelos, semelhante a um fio;

Acicular (Fig. 7C): estreita, levemente mais larga próxima ao centro, sem lados amplamente paralelos ou subparalelos, semelhantes a um espinho;

Linear (Fig. 7D, E): levemente larga, sem diferença de largura ao longo do comprimento, com lados amplamente paralelos, ápice arredondado, truncado ou agudo e comprimento curto (Fig. 7D) ou longo (Fig. 7E);

Elíptica (Fig. 7G, H): aguda ou arredondada em ambas as extremidades e mais larga próxima ao centro, com uma aparência semelhante a uma elipse, categorizado em elíptica (Fig. 7G) e elíptica estreita (Fig. 7H);

Oblonga (Fig. 7I, J): larga e longa, aproximadamente de 5 à 7 vezes mais longa do que larga, retangular, lados parcialmente paralelos, ápice arredondado;

Laminate (Fig. 7K, L): larga ou levemente larga, sem diferença de largura ao longo do comprimento, com lados amplamente paralelos, ápice truncado, em forma de lâmina, comprimento curto (Fig. 7K) ou longo (Fig. 7L);

Subspatulada (Fig. 7M, N): alargada gradualmente em direção ao ápice, região mesiodistal mais larga, de 3 à 7 vezes mais longa do que larga, arredondada ou truncada;

Espatulada (Fig. 7O, P): muito alargada em direção ao ápice, região apical mais larga, aproximadamente 2 vezes mais longa que larga, com ápice truncado (Fig. 7O) ou semi-truncado (Fig. 7P);

Obovata (Fig. 7Q, R): muito alargada em direção ao ápice, região mais larga próxima ao ápice, aproximadamente 2 vezes mais longa que larga, em forma de gota (Fig. 7Q) ou apiculada (Fig. 7R).

Figura 7 - Termos e definições utilizados para os tipos de cerdas em *Nectopsyche*.

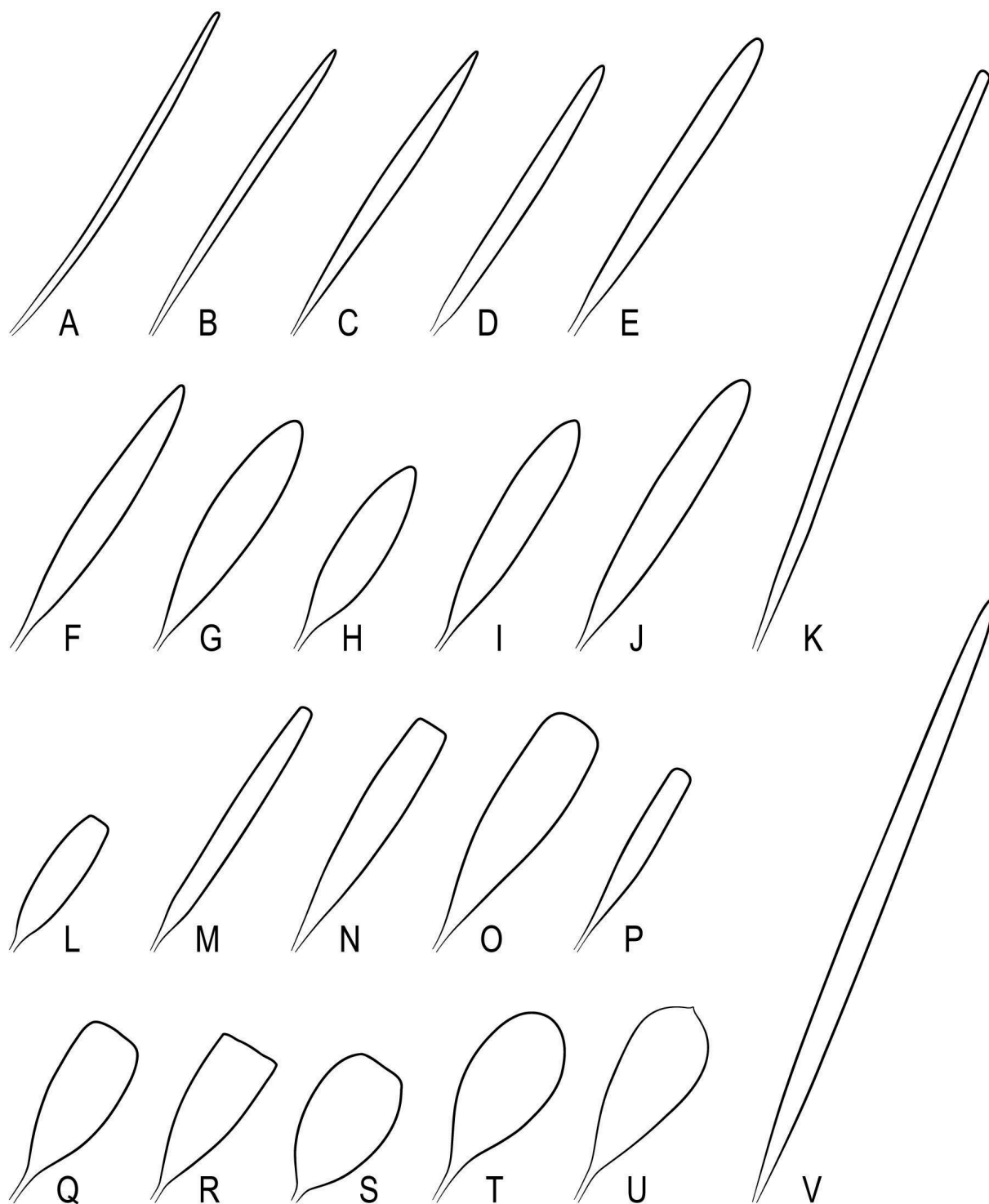


Figura 8 - Tipos de cerdas em *Nectopsyche*. **A e B**, fina; **C**, acicular; **D e E**, linear; **F**, elíptica estreita; **G e H**, elíptica; **I e J**, oblonga; **K**, linear longa truncada; **L**, laminate curta; **M**, laminate longa; **N-P**, subspatulada; **Q e R**, espatulada truncada; **S**, espatulada semi-truncada; **T**, obovata; **U**, obovata apiculada; **V**, linear longa aguda.

3.1.4. Morfologia da genitália

A genitália masculina dos *Nectopsyche* possuem as seguintes características, de acordo com as espécies analisadas e estudo revisional de Holzenthal (1995): segmento IX com esterno IX atrofiado, completamente ausente; pleura estreita; tergo levemente projetado posteriormente (Fig. 9A). Apêndices pré-anais geralmente longos e estreitos, com ápices arredondados, clavados ou bifurcados (Fig. 9A, B). Segmento abdominal X estreito, com ápices de formas variadas, pontiagudos, truncados, arredondados; posicionado ventralmente, no nível dos apêndices inferiores (Fig. 9A).

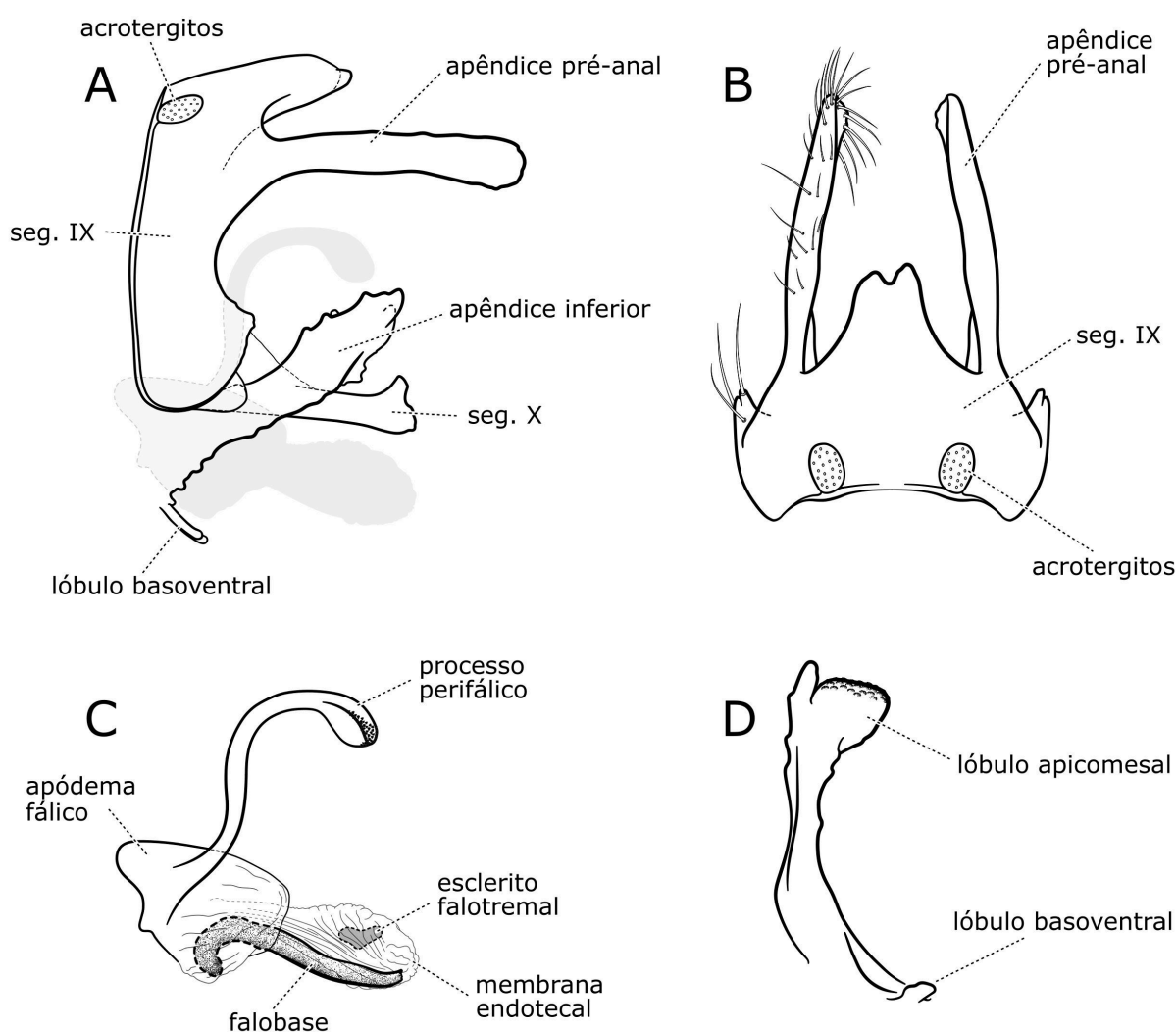


Figura 9 - Morfologia da genitália masculina de *Nectopsyche*. **A–D**, *Nectopsyche splendida* (Navás, 1917). **A**, segmento abdominal IX e X, lateral; **B**, segmento abdominal IX, dorsal; **C**, aparato fálico, lateral; **D**, apêndice inferior, ventral.

Apêndices inferiores retos a arqueados, com porção basal fortemente expandida ou discretamente projetada a ausente; com lóbulo basoventral digitiforme, quadrado ou plano e grande em forma de concha; ápice com lóbulo apicomesal arredondado, truncado ou pontiagudo (Fig. 9A, D). Aparato fállico grande, com apódema bulboso semi-membranoso; com um par de processo perifállico sinuosos com ápices variados e rugosos; falobase grande, sinuosa, fortemente esclerotizada; membrana endotecal altamente eversível, podendo portar espinhos endotecais; esclerito falotremal pequeno (Fig. 9C).

O processo de eversão do aparato fállico envolve não apenas as membranas e os escleritos falotremais, mas também o deslocamento posicional e o alongamento das estruturas. No estudo de Bonfá-Neto & Salles (2023), foram descritos três estágios distintos de eversão do aparato fállico:

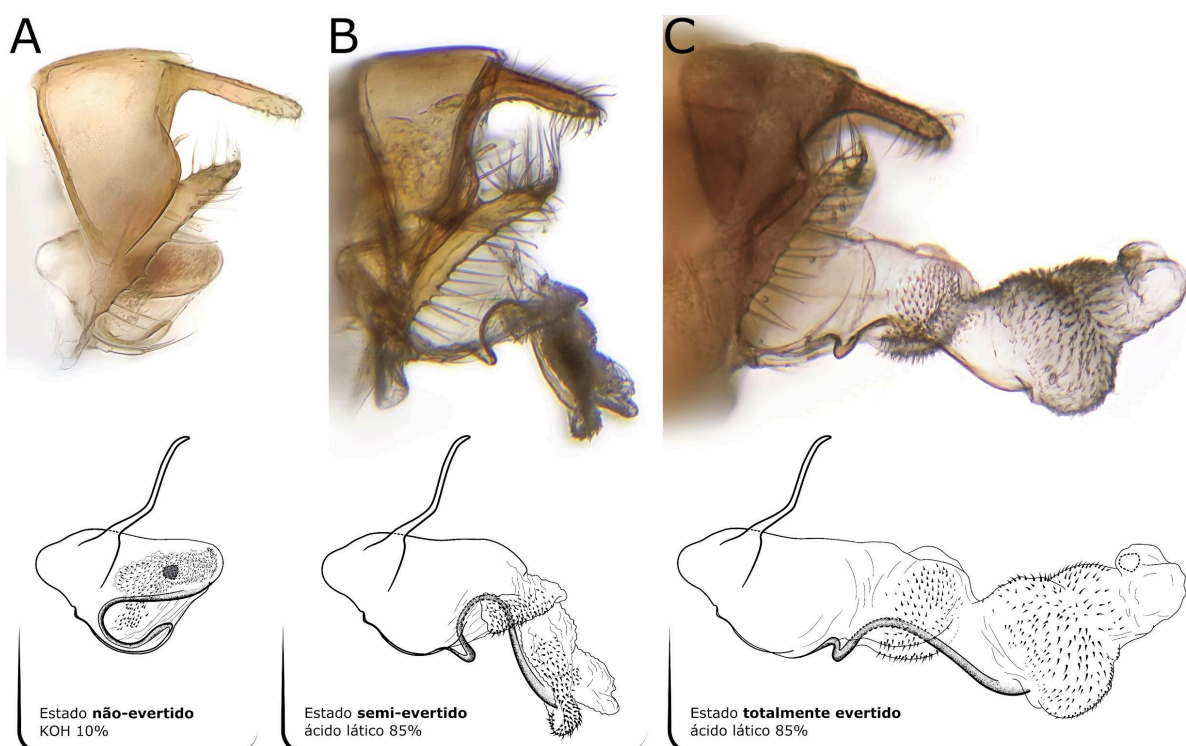


Figura 10 - Estrutura do aparelho fállico em diferentes estados de eversão. **A–C:** *Nectopsyche aymore* Bonfá-Neto & Salles, 2023. **A**, estado não-evertido; **B**, estado semi-evertido, fotografada minutos depois da diafanização; **C**, estado totalmente-evertido, fotografada imediatamente após a diafanização.

Não evertido – corresponde ao estado relaxado do aparato fállico, com as estruturas internas recolhidas. Esse estágio é observado idealmente utilizando o método de diafanização com KOH 10%, que não gera pressão interna sobre o abdômen e genitália (Fig. 10A).

Semi-evertido – pode ser observado em alguns indivíduos fixados, de forma natural, mas também pode ser obtido após alguns minutos da remoção da genitália do ácido no método de diafanização com ácido láctico 85%. Nesse estágio, a falobase, as membranas e o esclerito falotremal se projetam, mas não ficam inflados (Fig. 10B).

Totalmente evertido – esse estágio só é visível durante ou imediatamente após o processo de diafanização com ácido láctico 85%, quando a pressão interna temporariamente promove a completa exposição das estruturas do aparato fático, inflando completamente ou quase completamente as membranas endotecais e em algumas espécies tencionando a falobase, gerando um alongamento da estrutura (Fig. 10C). No entanto, essa pressão se dissipa rapidamente, fazendo com que as estruturas retornem ao estágio semi-evertido em poucos minutos.

Os oito grupos de espécies propostos na literatura para *Nectopsyche* são baseados principalmente nas estruturas da genitália masculina. Dentre as espécies analisadas no presente estudo, não foram encontradas diferenças significativas na genitália entre os grupos *candida* e *bruchi*. As principais estruturas chaves na determinação dos grupos de espécies são as características dos apêndices pré-anais, apêndice inferior, lóbulo basoventral e apicomesal dos apêndices inferiores:

(1) *albida* (Fig. 11A) apêndices pré-anais longos, estreitos, apicalmente arredondados a clavados; apêndice inferior basalmente alargado; lóbulo basoventral digitiforme; lóbulo apicomesal amplo e arredondado.

(2) *pavida* (Fig. 11B) apêndices pré-anais longos, estreitos, apicalmente arredondados a clavados; apêndice inferior basalmente alargado; lóbulo basoventral em forma de concha, placa grande côncava; lóbulo apicomesal amplo e arredondado.

(3) *candida* & *bruchi* (Fig. 11C, F) apêndices pré-anais longos, estreitos, apicalmente arredondados a clavados; apêndice inferior reto a levemente arqueado; lóbulo basoventral digitiforme ou vestigial; lóbulo apicomesal amplo e arredondado.

(4) *gemma* (Fig. 11D) apêndices pré-anais longos, apicalmente bifurcados; apêndice inferior reto a levemente arqueado ou basalmente alargado; lóbulo basoventral digitiforme ou em placas retangulares; lóbulo apicomesal ligeiramente estreito e arredondado.

(5) *quatuorguttata* (Fig. 11E) apêndices pré-anais curtos, apicalmente expandidos; apêndice inferior basalmente alargado; lóbulo basoventral em forma de concha, placa grande côncava; lóbulo apicomesal amplo e arredondado.

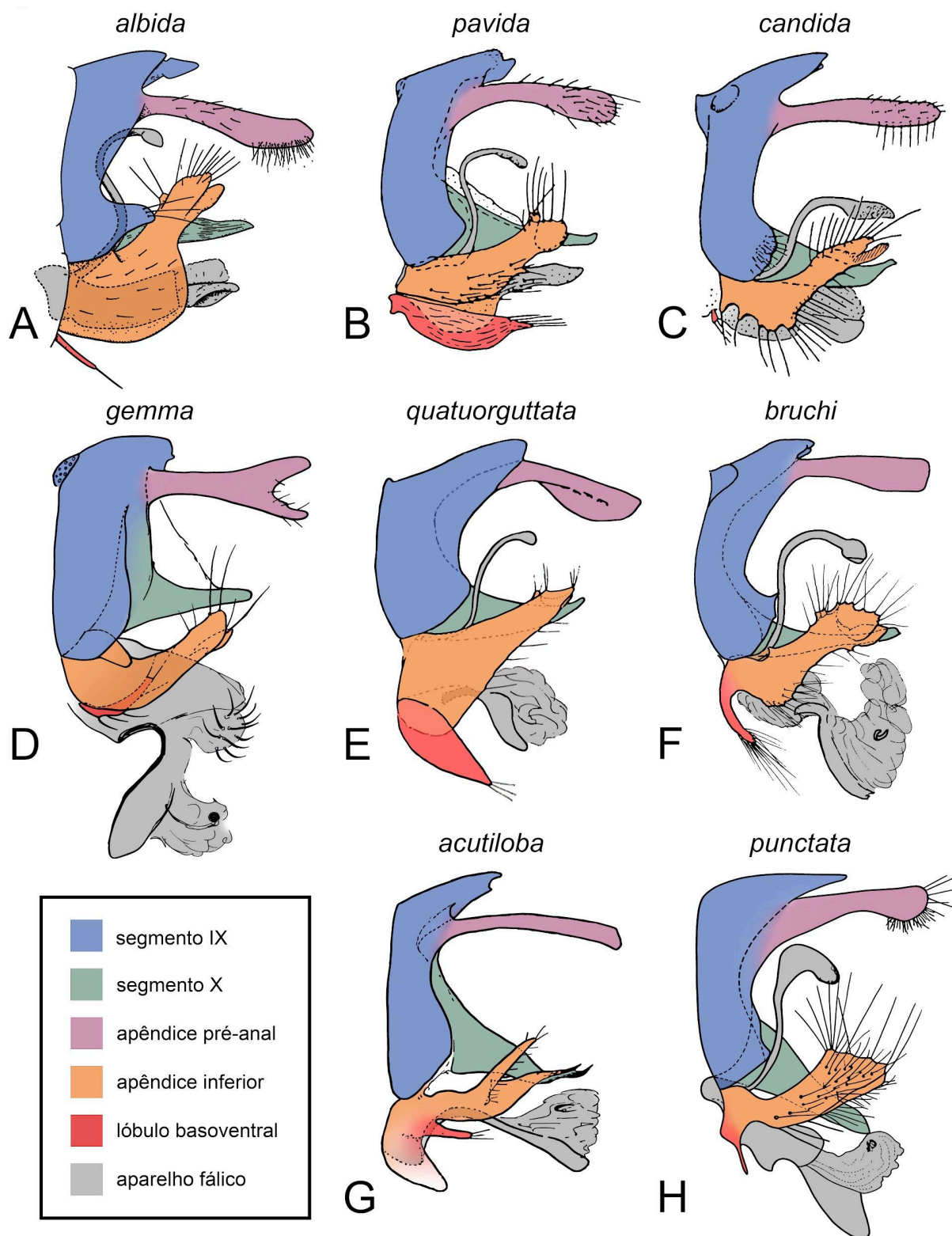


Figura 11 - Morfologia da genitália masculina dos grupos de espécies de *Nectopsyche*. **A**, *Nectopsyche albida* (Walker, 1852); **B**, *N. pavidata* (Hagen, 1861); **C**, *N. candida* (Hagen, 1861); **D**, *N. gemma* (Müller, 1880); **E**, *N. quatuorguttata* (Navás, 1922); **F**, *N. brunneofascia* Flint, 1983; **G**, *N. acutiloba* Flint, 1974; **H**, *N. punctata* (Ulmer, 1905). Modificados de ilustrações de Betten & Mosely, 1940 (figura A), Ross, 1944 (figura B e C), Flint, 1991 (figura D), Flint, 1983 (figura F), Flint, 1974 (figura E, G e H).

(6) *acutiloba* (Fig. 11G) apêndices pré-anais longos, estreitos, apicalmente arredondados; apêndice inferior reto a levemente arqueado; lóbulo basoventral digitiforme; lóbulo apicomesal finos e alongados.

(7) *punctata* (Fig. 11H) apêndices pré-anais com perfil basoventral em padrão de degrau, apicalmente arredondados; apêndice inferior reto a levemente arqueado; lóbulo basoventral digitiforme; lóbulo apicomesal amplo e arredondado.

Com este conjunto de características, foram determinados os grupos de espécies presentes no material analisado, resultando na identificação de cinco grupos: sete espécies pertencentes ao grupo *pavida*, quatro ao grupo *quatuorguttata*, onze ao grupo *candida-bruchi*, duas ao grupo *gemma* e uma ao grupo *punctata*. Na seção seguinte são apresentadas as descrições taxonômicas dessas 25 espécies, tendo como base os caracteres morfológicos investigados no presente estudo e nos tradicionalmente usados na literatura.

3.2. TAXONOMIA

3.2.1. Grupo *pavida*

As espécies deste grupo são caracterizadas pelo padrão coloração das cerdas das asas, que são cobertas por cerdas amareladas, com faixas transversais compostas por pequenas manchas de cerdas escuras, dispostas entre as veias. Genitália masculina com apêndices pré-anais longos, estreitos, apicalmente arredondados a clavados, apêndice inferior basalmente alargado, com lóbulo basoventral em forma de concha.

Espécies analisadas: *Nectopsyche* sp. 3, *N.* sp. 5, *N.* sp. 7, *N.* sp. 8, *N.* sp. 9, *N.* sp. 10, *N.* sp. 11.

Nectopsyche sp. 3

(Figuras 12 e 13)

Distribuição. Brasil: Espírito Santo (Santa Teresa).

Material examinado. BRASIL: Espírito Santo: Santa Teresa, Augusto Ruschi Biological Reserve, córrego a montante, 19°52'30.00"S, 40°32'70.00"W, • 5 ♂♂ [alcohol], 21.ii.2018, CEUNES, lençol col. (UFVB), Santa Teresa, Rebio Augusto Ruschi, córrego - Montante,

19°52'30"S, 40°32'7"W, • 1 ♂ [alcohol], 11.i.2016, malaise col. (UFVB), Santa Teresa, ReBio Augusto Ruschi, córrego da Estrada, 19°53'20.60"S, 40°32'41.50"W, • 1 ♂ [alcohol], • 3 ♂♂ [alcohol], • 5 ♂♂ [alcohol], 17-18.i.2018, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], 20-21.ii.2018, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], 20-21.iii.2018, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], 28.xii.2017, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), Santa Teresa, ReBio Augusto Ruschi, córrego Roda d' água, 19°53'35.13"S, 40°32'39.71"W, • 1 ♂ [alcohol], 28.xii.2017, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB).

Diagnose. Esta espécie é similar a *N. sp. 8*, ambas com características de *N. muhni* descrita por Flint, 1974. No entanto, *Nectopsyche sp. 3* pode ser diferenciada pelas verrugas de cerdas do mesoescuto organizadas em fileiras únicas com aproximadamente 10–12 cerdas pilosas (Fig. 12B); asa anterior mais estreita com forquilha V com bifurcação próxima à metade da célula tiridial (Fig. 13); formato da asa posterior com porção anal mais estreita (Fig. 13).

Observações. O holótipo de *Nectopsyche muhni* (Navás, 1916) é uma fêmea de Santa Fé, Argentina. Anos depois, Schmid em 1949, faz a descrição de machos coletados de mesma localidade do holótipo, no entanto de datas diferentes, do material da coleção de Navás. Em 1974, Flint faz uma ilustração da genitália masculina de *N. muhni*, de espécimes coletados no Suriname. E por fim, aos autores deste presente estudo em comunicação pessoal com o Dr. Ralph Holzenthal, que está conduzindo um trabalho revisional do gênero, foi apresentada outra ilustração desta espécie. Essas três descrições podem representar espécies distintas, podendo ser observado variação morfológica significativa entre as estruturas ilustradas.

Neste presente estudo, foram encontrados sete morfotipos distintos com as características semelhantes com uma das três descrições de *Nectopsyche muhni*, denominadas aqui como espécies do complexo *muhni*. Três dessas espécies amostradas possuem as características descritas por Flint e Schmid, chamadas no presente estudo de: *Nectopsyche sp. 3*, *N. sp. 8* e *N. sp. 9*. E mais três espécies possuem as características *N. muhni sensu* Holzenthal: *Nectopsyche sp. 5*, *N. sp. 7* e *N. sp. 10*, caracterizadas principalmente pela projeção dorsolateral do segmento X.



Figura 12 - *Nectopsyche* sp. 3, macho em álcool. **A**, cabeça e tórax, lateral; **B**, cabeça e tórax, dorsal.

Descrição. Macho adulto. Comprimento da asa anterior 6,4–7,8 mm (6,9 mm, n = 10). Cabeça e tórax (em álcool) amarelados pálidos a amarelados, com mancha escura suave na região póstero-lateral da cabeça, tórax uniforme, sem manchas; cabeça com verrugas de cerdas grandes; mesoescuto com verrugas de cerdas dispersas em duas fileiras única com 10–12 cerdas pilosas; mesoescutelo com um par de verrugas de cerdas com 1 cerda pilosa em cada par (Fig. 12A, B). Olhos compostos pequenos a médio, largura aproximadamente $0.33\times$ a distância interocular em vista dorsal (Fig. 12B). Asa anterior de coloração hialina levemente amarelada, sem manchas, de formato estreita; forquilha I e V presentes; célula discoidal próxima a ligeiramente distal ao início da célula tiridial; origem de célula tiridial distal à junção das veias A1+2 com A3; forquilha V com bifurcação próxima a distal à metade da célula tiridial; veias cubitais que formam a célula tiridial e início da forquilha V com poucas

cerdas pilosas as veias (Fig. 13). Asa posterior hialina, sem manchas, estreita; forquilha V presente (Fig. 13).



Figura 13 - *Nectopsyche* sp. 3, macho. Asas anteriores e posteriores em álcool.

Genitália masculina. Segmento abdominal IX retangular estreito, cerca de 3× mais largo que longo, tergo projetado posteriormente, um par de pequenos acrotergitos ovais anteriores. Apêndice pré-anal longo, clavado, setoso, ápice arredondado em vista lateral. Segmento X, com processo lateral estreito, ápice afilado, arredondado. Apêndice inferior basalmente alargado, afilando-se em direção ao ápice, com projeção subapicomesal discreta não ultrapassando a margem dorsal do apêndice; lóbulo apicomesal amplo, arredondado com fenda de origem do lóbulo aberta; lóbulo basoventral grande, côncava em forma de concha. Aparelho fállico com processo perifállico longo, curvado em S, ápice capitado; apódema fállico alargado, bulboso, semi-membranoso; falobase esclerotizada, curvada na porção basal, porção apical ligeiramente curvada; membranas endotecais eversíveis sem espinhos; esclerito falotremal em forma de U na vista dorsal.

***Nectopsyche* sp. 5**

(Figuras 14–16)

Distribuição. Brasil: Espírito Santo (Afonso Cláudio, Alegre, Alfredo Chaves, Nova Venécia, Santa Teresa, Sooretama), Minas Gerais (Aimorés, Canaã, Matias Lobato, Naque, Periquito, Santo Antônio do Rio Abaixo).

Material examinado. BRASIL: Espírito Santo: Afonso Cláudio, Santa Luzia, Cachoeira Santa Luzia, 20°09'19.90"S, 41°08'32.30"W, • 13 ♂♂ [alcohol], 06.iv.2016, CEUNES, lençol col. (UFVB), Alegre, Cachoeira do Firmino, 20°37'04.20"S, 41°37'29.20"W, • 1 ♂ [alcohol], 04-05.iv.2016, CEUNES, bandeja col. (UFVB), Alfredo Chaves, Matilde, cachoeira Águas de Pinon, rio Maravilha, 20°32'58.90"S, 40°51'18.80"W, • 3 ♂♂ [alcohol], 05-06.iv.2016, CEUNES, bandeja col. (UFVB), Nova Venécia, Santa Rita do Pip Nuck, Propriedade do Sr. Puppim, Rio Cricaré, 18°39'51.4"S 40°30'44.9"W, • 4 ♂♂ [alcohol], 15-16.iv.2013, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), • 2 ♀♀ 11 ♂♂ [alcohol], 21-22.xi.2012, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), Santa Teresa, Rebio Augusto Ruschi, 19°55'30.1"S, 40°33'21.9"W, • 1 ♂ [alcohol], 19.xi.2015, bandeja col. (UFVB), Sooretama, Rio São José, 19°07'33.1"S, 40°14'26.1"W, • 1 ♂ [alcohol], 20.vi.2012, CEUNES, luminosa col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], 28.i.2015, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB); **Minas Gerais:** Aimorés, Rio Manhuaçu, 19°29'38.07"S, 41°16'31.73"W, • 27 ♀♀ 19 ♂♂ [alcohol], 06-07.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB), • 11 ♂♂ [alcohol], 10-11.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataíde, pensilvânia col. (UFVB), Aimorés, Rio Manhuaçu, 19°29'29.10"S, 41°11'13.30"W, • 9 ♂♂ [alcohol], 10-11.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataíde, pensilvânia col. (UFVB), Canaã, Rio Santana, Cachoeira Grande, 20°36'19.00"S, 42°36'13.00"W, • 14 ♀♀ 9 ♂♂ [pinned], • 3 ♀♀ 4 ♂♂ [pinned], 25.x.2023, P Bonfá-Neto, ICH Cortes, RB Gastaldo, FF Salles, lençol col. (UFVB), • 120 ♂♂ [alcohol], • 30 ♂♂ [alcohol], 27.x.2020, FF Salles, P Bonfá-Neto, MC Gonçalves, lençol col. (UFVB), Matias Lobato, Rio Suaçuí Grande, 18°34'23.50"S, 41°56'52.30"W, • 1 ♂ [alcohol], 05-06.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataíde, pensilvânia col. (UFVB), Naque, Rio Doce, 19°15'05.56"S, 42°18'50.50"W, • 5 ♀♀ 3 ♂♂ [alcohol], 08-09.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB), Periquito, Rio Corrente, 19°00'21.10"S, 42°10'32.00"W, • 3 ♂♂ [alcohol], 04-05.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataíde, pensilvânia col. (UFVB), Santo Antônio do Rio Abaixo, Rio Santo Antônio,

19°13'52.40"S, 43°12'54.80"W, • 3 ♂♂ [alcohol], 19-20.viii.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB).



Figura 14 - *Nectopsyche* sp. 5, macho em álcool. **A**, cabeça e tórax, lateral; **B**, cabeça e tórax, dorsal.

Diagnose. Esta espécie é similar a *N. sp. 7* e *N. sp. 10* pelas características gerais do grupo *pavida* e pela projeção dorsolateral do segmento X (veja em observações da espécie *N. sp. 3* deste presente estudo). Sendo diferenciada pelas verrugas de cerdas do mesoescuto organizadas em fileiras únicas com aproximadamente 8–9 cerdas pilosas (Fig. 14B); célula discoidal próxima ao início da célula tiridial (Fig. 15); projeção subapicomesal discreta, ultrapassando a margem dorsal do apêndice inferior; processo perifálico do aparelho fático fino, com ápice ligeiramente capitado.

Descrição. Macho adulto. Comprimento da asa anterior 6,8–8,1 mm (7,5 mm, n = 10). Cabeça e tórax (em álcool) amarelados, com mancha escura suave na região póstero-lateral da cabeça, tórax uniforme, sem manchas; cabeça com verrugas de cerdas grandes; mesoescuto com verrugas de cerdas dispersas em duas fileiras única com 8–9 cerdas pilosas; mesoescutelo com um par de verrugas de cerdas com 1 cerda pilosa em cada par (Fig. 14A, B). Olhos compostos pequenos a médio, largura aproximadamente $0.31 \times$ a distância interocular em vista dorsal (Fig. 14B). Asa anterior de coloração hialina levemente amarelada, sem manchas, de formato estreita; forquilha I e V presentes; célula discoidal próxima a ligeiramente distal ao início da célula tiridial; origem de célula tiridial distal à junção das veias A1+2 com A3; forquilha V com bifurcação distal à metade da célula tiridial; veias cubitais que formam a célula tiridial e início da forquilha V com poucas cerdas pilosas as veias (Fig. 15). Asa posterior hialina, sem manchas, estreita; forquilha V presente (Fig. 15).

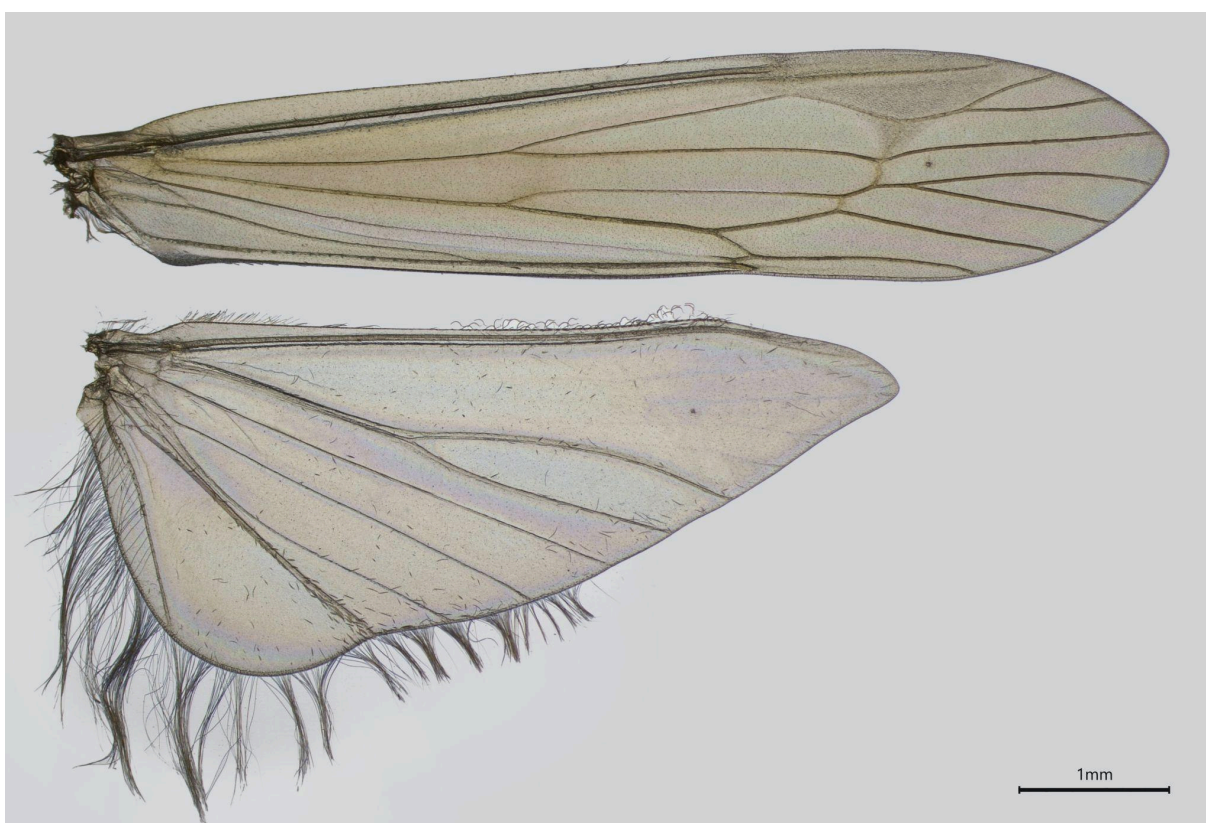


Figura 15 - *Nectopsyche* sp. 5, macho. Asas anteriores e posteriores em álcool.

Vestimenta. *Cabeça:* superfície dorsal da gena com cerdas branco-amareladas elípticas marginando aos olhos; vértex coberto por cerdas branco-amareladas elípticas; fossa antenal lisa e com cerdas branco-amareladas elípticas na região posteromedial (Fig. 16C); escapó

antenal, dorso com faixa mediana de cerdas branco-amareladas oblongas e uma faixa adjacente de cerdas marrons oblongas; faixas laterais interna e externa de cerdas branco-amareladas oblongas; região anterior com cerdas branco-amareladas lineares longas (Fig. 16C). *Tórax*: mesonoto, lateral coberto por cerdas branco-amareladas elípticas; dorso coberto com cerdas amarelas elípticas estreitas; mesoescutelo com cerdas branco-amareladas elípticas estreitas (Fig. 16C). *Asa anterior*: dorso coberto por cerdas amarelas finas, com pontos escuros formados por cerdas pretas finas e linear curta, em um padrão de bandas verticais de pontos próximos (Fig. 16A, B); margem posteroapical com cerdas amarelas lineares longas (Fig. 16A).



Figura 16 - *Nectopsyche* sp. 5, macho alfinetado. **A**, habitus, lateral; **B**, habitus, dorsal; **C**, cabeça e tórax, dorsal.

Genitália masculina. Segmento abdominal IX retangular estreito, cerca de $2.5\times$ mais largo que longo, tergo projetado posteriormente, um par de pequenos acrotergitos ovais anteriores. Apêndice pré-anal longo, clavado, setoso, ápice arredondado em vista lateral. Segmento X, com processo lateral estreito, com projeção dorsolateral, ápice afilado. Apêndice inferior basalmente alargado, afinando-se em direção ao ápice, com projeção subapicomesal discreta ultrapassando a margem dorsal do apêndice; lóbulo apicomesal amplo, arredondado com fenda de origem do lóbulo aberta; lóbulo basoventral grande, côncava em forma de concha. Aparelho fático com processo perifático longo, fino, curvado em S, ápice ligeiramente capitado; apódema fático alargado, bulboso, semi-membranoso; falobase esclerotizada, curvada na porção basal, porção apical ligeiramente curvada; membranas endotecais eversíveis sem espinhos; esclerito falotremal em forma de U na vista dorsal.

***Nectopsyche* sp. 7**

(Figuras 17 e 18)

Distribuição. Brasil: Espírito Santo (Baixo Guandu, Linhares).

Material examinado. BRASIL: Espírito Santo: Baixo Guandu, Rio Doce, 19°30'23.00"S, 41°01'01.80"W, m, • 1 ♂ [alcohol], 06-07.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB), Linhares, Ipiranga, Rio Doce, Fazenda forzza, 19°29'53.1"S, 40°16'40.9"W, m, • 1 ♂ [alcohol], 19-20.xi.2014, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB).

Diagnose. Esta espécie é similar a *N. sp. 5* e *N. sp. 10* pelas características gerais do grupo *pavida* e pela projeção dorsolateral do segmento X (veja em observações da espécie *N. sp. 3* deste presente estudo). Sendo diferenciada pelas verrugas de cerdas do meoescuto organizadas em fileiras triplas com aproximadamente 19–22 cerdas pilosas (Fig. 17B); célula discoidal levemente distalmente ao início da célula tiridial (Fig. 18); projeção subapicomeral proeminente, ultrapassando a margem dorsal do apêndice inferior; processo perifálico do aparelho fálico fino, com ápice ligeiramente capitado.

Descrição suplementar. Macho adulto. Comprimento da asa anterior 9,2 mm (9,2 mm, n = 1). Cabeça e tórax (em álcool) amarelados, uniforme, sem manchas; cabeça com verrugas de cerdas grandes; mesoescuto com verrugas de cerdas dispersas em duas fileiras tripla com 19–22 cerdas pilosas; mesoescutelo com um par de verrugas de cerdas com 1 cerda pilosa em cada par (Fig. 17A, B). Olhos compostos pequenos, largura aproximadamente 0.3× a distância interocular em vista dorsal (Fig. 17B). Asa anterior de coloração (Teneral) hialina e opaca, sem manchas, de formato estreita; forquilha I e V presentes; célula discoidal levemente distalmente ao início da célula tiridial; origem de célula tiridial distal à junção das veias A1+2 com A3; forquilha V com bifurcação distal à metade da célula tiridial; veias cubitais que formam a célula tiridial e início da forquilha V com poucas cerdas pilosas as veias (Fig. 18). Asa posterior hialina, sem manchas, moderadamente alargada na região anal; forquilha V presente (Fig. 18).



Figura 17 - *Nectopsyche* sp. 7, macho em álcool. **A**, cabeça e tórax, lateral; **B**, cabeça e tórax, dorsal.

Genitália masculina. Segmento abdominal IX retangular estreito, cerca de $2.5\times$ mais largo que longo, tergo projetado posteriormente, um par de pequenos acrotergitos ovais anteriores. Apêndice pré-anal longo, clavado, setoso, ápice arredondado em vista lateral. Segmento X, com processo lateral estreito, com projeção dorsolateral, ápice afilado. Apêndice inferior basalmente alargado, afilando-se em direção ao ápice, com projeção subapicomesal proeminente ultrapassando a margem dorsal do apêndice; lóbulo apicomesal amplo, arredondado com fenda de origem do lóbulo aberta; lóbulo basoventral grande, côncava em forma de concha. Aparelho fático com processo perifático longo, fino, curvado em S, ápice ligeiramente capitado; apódema fático alargado, bulboso, semi-membranoso; falobase esclerotizada, curvada na porção basal, porção apical ligeiramente curvada; membranas endotecais eversíveis sem espinhos; esclerito falotremal em forma de U na vista dorsal.



Figura 18 - *Nectopsyche* sp. 7, macho. Asas anterior e posterior em álcool.

***Nectopsyche* sp. 8**

(Figuras 19 e 20)

Distribuição. Brasil: Espírito Santo (Santa Teresa), Minas Gerais (Araponga).

Material examinado. BRASIL: Espírito Santo: Santa Teresa, Nova Lombardia, Córrego do filtro (ponto C. Capixaba), 19° 52'30.9"S, 40° 32'7.4"W, • 1 ♂ [alcohol], 11-12.i.2016, bandeja col. (UFVB), Santa Teresa, Rebio Augusto Ruschi, 19°55'30.1"S, 40°33'21.9"W, • 13 ♂♂ [alcohol], 19.xi.2015, bandeja col. (UFVB), Santa Teresa, ReBio Augusto Ruschi, córrego da Estrada, 19°53'20.60"S, 40°32'41.50"W, • 2 ♂♂ [alcohol], 17-18.i.2018, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], 18-19.xi.2017, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], 20-21.iii.2018, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), Santa Teresa, ReBio Augusto Ruschi, córrego do Bragacho, 19°52'2.53"S, 40°33'34.27"W, • 1 ♂ [alcohol], 18-19.xi.2017, FF Salles, V Costa,

P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), Santa Teresa, ReBio Augusto Ruschi, Nova Lombardia, Córrego do Filtro (ponto C. Capixaba), 19°52'30.90"S, 40°32'07.40"W, • 1 ♂ [alcohol], 21.v.2016, CEUNES, bandeja col. (UFVB); **Minas Gerais:** Araponga, Pousada Fazenda do Remanso, Piscina natural, 20°39'14.0"S, 42°27'15.0"W, • 1 ♀ 1 ♂ [alcohol], 16-17.xi.2021, P Bonfá-Neto, MC Gonçalves, RMC Velásquez, PH Rezende, bandeja col. (UFVB).

Diagnose. Esta espécie possui as características de *N. muhni* descrita por Flint, 1974 (mencionada em observações da espécie *N. sp. 3* deste presente estudo). Diferenciada das demais espécies analisadas do complexo *muhni* pelas seguintes características: verrugas de cerdas do mesoescuto organizadas em fileiras duplas com aproximadamente 13–15 cerdas pilosas (Fig. 19B); ausência da projeção dorsolateral do segmento X; projeção subapicomesal discreta, ultrapassando a margem dorsal do apêndice inferior; e lóbulo apicomesal amplo.

Descrição. Macho adulto. Comprimento da asa anterior 8,1–8,9 mm (8,4 mm, n = 10). Cabeça e tórax (em álcool) amarelados pálidos a amarelados, com mancha escura na região póstero-lateral da cabeça; cabeça com verrugas de cerdas grandes; mesoescuto com verrugas de cerdas dispersas em duas fileiras dupla com 13–15 cerdas pilosas; mesoescutelo com um par de verrugas de cerdas com 1 cerda pilosa em cada par (Fig. 19A, B). Olhos compostos pequenos, largura aproximadamente 0.3× a distância interocular em vista dorsal (Fig. 19B). Asa anterior de coloração hialina levemente amarelada, sem manchas, de formato estreita; forquilha I e V presentes; célula discoidal próxima a ligeiramente distal ao início da célula tiridial; origem de célula tiridial distal à junção das veias A1+2 com A3; forquilha V com bifurcação distal à metade da célula tiridial; veias cubitais que formam a célula tiridial e início da forquilha V com poucas cerdas pilosas as veias (Fig. 20). Asa posterior hialina, sem manchas, moderadamente alargada na região anal; forquilha V presente (Fig. 20).



Figura 19 - *Nectopsyche* sp. 8, macho em álcool. **A**, cabeça e tórax, lateral; **B**, cabeça e tórax, dorsal.

Genitália masculina. Segmento abdominal IX retangular estreito, cerca de 3× mais largo que longo, tergo projetado posteriormente, um par de pequenos acrotergitos ovais anteriores. Apêndice pré-anal longo, clavado, setoso, ápice arredondado em vista lateral. Segmento X, com processo lateral estreito, ápice afilado, arredondado. Apêndice inferior basalmente alargado, afilando-se em direção ao ápice, com projeção subapicomesal discreta ultrapassando a margem dorsal do apêndice; lóbulo apicomesal amplo, arredondado com fenda de origem do lóbulo aberta; lóbulo basoventral grande, côncava em forma de concha. Aparelho fállico com processo perifállico longo, fino, curvado em S, ápice capitado; apódema fállico alargado, bulboso, semi-membranoso; falobase esclerotizada, curvada na porção basal, porção apical ligeiramente curvada; membranas endotecais eversíveis sem espinhos; esclerito falotremal em forma de U na vista dorsal.



Figura 20 - *Nectopsyche* sp. 8, macho. Asas anteriores e posteriores em álcool.

***Nectopsyche* sp. 9**

(Figuras 21–23)

Distribuição. Brasil: Espírito Santo (Afonso Cláudio, Alfredo Chaves, Baixo Guandu, Domingos Martins, Linhares, Nova Venécia, Rio Bananal, Santa Teresa, São Mateus, Sooretama), Minas Gerais (Aimorés, Araçuaia, Canaã, Jaboticatubas, Jaguaráçu, Periquito, Pingo D'água, Ponte Nova, Santo Antônio do Rio Abaixo).

Material examinado. BRASIL: Espírito Santo: Afonso Cláudio, Santa Luzia, Cachoeira Santa Luzia, 20°09'19.90"S, 41°08'32.30"W, • 1 ♂ [alcohol], 06.iv.2016, CEUNES, lençol col. (UFVB), Alfredo Chaves, Matilde, cachoeira Águas de Pinon, rio Maravilha, 20°32'58.90"S, 40°51'18.80"W, • 2 ♂♂ [alcohol], 05-06.iv.2016, CEUNES, bandeja col. (UFVB), Alfredo Chaves, Matilde, cachoeira Darós, 20°32'54.60"S, 40°51'13.40"W, • 12 ♂♂ [alcohol], 05-06.iv.2016, CEUNES, bandeja col. (UFVB), Baixo Guandu, Rio Doce, 19°30'23.00"S, 41°01'01.80"W, • 1 ♂ [alcohol], 09-10.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataíde, pensilvânia col. (UFVB), Domingos Martins, Estrada para Biriricas, 20°20'32.20"S,

40°35'01.10"W, • 2 ♀♀ 1 ♂ [alcohol], 25.v.2016, CEUNES (UFVB), Domingos Martins, Rio Jacu Braço Norte, Melgaço, 20°18'59.50" S, 40°39'24.40" W, • 1 ♂ [alcohol], 19-20.v.2014, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), Domingos Martins, Rio Jacu Braço Norte, Panelas, 20°19'45.7"S, 40°38'16.5"W, • 1 ♂ [alcohol], 20-22.v.2014, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), Linhares, Lagoa Juparanã Mirim (Lagoa Nova), 19°19'49.00"S, 40°10'12.30"W, • 2 ♀♀ 3 ♂♂ [pinned], 02.x.2024, FF Salles, C Nieto, ADL Viana, lençol col. (UFVB), • 6 ♂♂ [alcohol], 12-13.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), Nova Venécia, Patrimônio do Bis, 18°33'27.5"S, 40°20'6.5"W, • 3 ♂♂ [alcohol], 25-26.vii.2012, EA Raimundi, EM Rozario, KB Angeli, pensilvânia col. (UFVB), Nova Venécia, Santa Rita do Pip Nuck, Propriedade do Sr. Puppim, Rio Cricaré, 18°39'51.4"S 40°30'44.9"W, • 1 ♂ [alcohol], 15-16.iv.2013, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), • 1 ♀ 1 ♂ [alcohol], 18-19.iv.2012, KB Angeli, LG Salinas, pensilvânia col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], 25-26.vii.2012, EA Raimundi, EM Rozario, KB Angeli, pensilvânia col. (UFVB), Rio Bananal, Casa dos Bonfá, 19°15'31.0"S, 40°20'00.0"W, • 1 ♂ [alcohol], 23.xii.2023, P Bonfá-Neto, manual col. col. (UFVB), Santa Teresa, ReBio Augusto Ruschi, córrego do Bragacho, 19°52'2.53"S, 40°33'34.27"W, • 1 ♂ [alcohol], 21-22.x.2017, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), Santa Teresa, ReBio Augusto Ruschi, Nova Lombardia, Córrego do Filtro (ponto C. Capixaba), 19°52'30.90"S, 40°32'07.40"W, • 1 ♂ [alcohol], 21.v.2016, CEUNES, bandeja col. (UFVB), São Mateus, Estrada São Mateus-Boa Esperança, Propriedade do Sr Fábio Gama, 18°37'41.1"S, 40°6'41.6"W, • 1 ♂ [alcohol], 26-27.vi.2012, EA Raimundi, EM Rozario, KB Angeli, MC Gonçalves, pensilvânia col. (UFVB), Sooretama, Patrimônio da Lagoa Juparanã, 19°10'00.10"S, 40°11'29.10"W, • 7 ♂♂ [alcohol], 24.x.2011, EA Raimundi, PB Silva (UFVB), Sooretama, Rio São José, 19°07'33.1"S, 40°14'26.1"W, • 11 ♂♂ [alcohol], 13.i.2015, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], • 3 ♂♂ [alcohol], 20.i.2015, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), • 2 ♂♂ [alcohol], 20.vi.2012, CEUNES, luminosa col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], 23.vi.2015, CEUNES, lençol col. (UFVB), • 3 ♂♂ [alcohol], 26.iii.2015, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], 28.i.2015, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB); **Minas Gerais:** Aimorés, Rio Manhuaçu, 19°29'38.07"S, 41°16'31.73"W, • 1 ♂ [alcohol], 10-11.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), Araponga, Pousada Fazenda do Remanso, ponte abaixo da ilha, 20°39'19.90"S, 42°27'11.50"W, • 5 ♂♂ [alcohol], 17-18.xi.2021, P Bonfá-Neto, MC Gonçalves, RMC Velásquez, PH Rezende, bandeja col. (UFVB), Araponga, Pousada Remanso (Seu Dico), 20°39'23.00"S, 42°27'15.00"W, • 4 ♀♀ [pinned], 20.xi.2023, DA Costa, G Pantoja, IF Amaral, ICH Cortes, lençol col. (UFVB), Canaã, Rio Santana, Cachoeira

Grande, 20°36'19.00"S, 42°36'13.00"W, • 1 ♂ [pinned], 24.vi.2023, MC Gonçalves, lençol col. (UFVB), • 5 ♀♀ 7 ♂♂ [pinned], 25.x.2023, P Bonfá-Neto, ICH Cortes, RB Gastaldo, FF Salles, lençol col. (UFVB), • 30 ♂♂ [alcohol], • 31 ♂♂ [alcohol], 27.x.2020, FF Salles, P Bonfá-Neto, MC Gonçalves, lençol col. (UFVB), Jaboticatubas, PARNA Serra do Cipó, correço das Pedras (Capão), • 1 ♂ [alcohol], 05-06.x.2022, MLS Rippel, ICH Cortes, P Bonfá-Neto, D Freitas, pensilvânia col. (UFVB), Jaguarapu, Rio Piracicaba, 19°37'01.00"S, 42°46'46.50"W, • 1 ♂ [alcohol], 18-19.viii.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), Periquito, Rio Corrente, 19°00'21.10"S, 42°10'32.00"W, • 1 ♂ [alcohol], • 4 ♂♂ [alcohol], 04-05.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), Pingo D'agua, PERD, Rio Doce, 19°44'56.80"S, 42°28'42.30"W, • 1 ♀ 1 ♂ [alcohol], 17-18.viii.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), Ponte Nova, UHE Brito, Rio Piranga, 20°26'43.10"S, 42°59'05.70"W, • 2 ♂♂ [alcohol], 11-12.viii.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, pensilvânia col. (UFVB), Santo Antônio do Rio Abaixo, Rio Santo Antônio, 19°13'52.40"S, 43°12'54.80"W, • 1 ♂ [alcohol], 19-20.viii.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB).

Diagnose. Esta espécie possui as características de *N. muhni* descrita por Schmid, 1949 (mencionada em observações da espécie *N. sp. 3* deste presente estudo). Diferenciada das demais espécies analisadas do complexo *muhni* pelas verrugas de cerdas do mesoescuto organizadas em fileiras únicas com aproximadamente 9–10 cerdas pilosas (Fig. 21B); ausência da projeção dorsolateral do segmento X; projeção subapicomesal reduzida, não ultrapassando a margem dorsal do apêndice inferior; lóbulo apicomesal ligeiramente estreito, com fenda de origem do lóbulo aberta e profunda.

Descrição. Macho adulto. Comprimento da asa anterior 7,5–9,0 mm (8,3 mm, n = 10). Cabeça e tórax (em álcool) amarelados, com mancha escura na região póstero-lateral da cabeça; cabeça com verrugas de cerdas grandes; mesoescuto com verrugas de cerdas dispersas em duas fileiras única com 9–10 cerdas pilosas; mesoescutelo com um par de verrugas de cerdas com 1 cerda pilosa em cada par (Fig. 21A, B). Olhos compostos pequenos, largura aproximadamente 0.3× a distância interocular em vista dorsal (Fig. 21B). Asa anterior de coloração hialina amarelada, sem manchas, de formato estreita; forquilha I e V presentes; célula discoidal próxima a ligeiramente distal ao início da célula tiridial; origem de célula tiridial distal à junção das veias A1+2 com A3; forquilha V com bifurcação distal à metade da

célula tiridial; veias cubitais que formam a célula tiridial e início da forquilha V com poucas cerdas pilosas as veias (Fig. 22). Asa posterior hialina, sem manchas, moderadamente alargada na região anal; forquilha V presente (Fig. 22).



Figura 21 - *Nectopsyche* sp. 9, macho em álcool. **A**, cabeça e tórax, lateral; **B**, cabeça e tórax, dorsal.

Vestimenta. *Cabeça:* superfície dorsal da gena com cerdas amarelas elípticas estreitas e aciculares; vértex coberto por cerdas amarelas aciculares; fossa antenal lisa e com cerdas amarelas elípticas estreitas e aciculares na região posterior (Fig. 23C); escapo antenal, lateral e dorsal completamente coberto por cerdas amarelas elípticas; região anterior com cerdas amarelas lineares longas (Fig. 23C). *Tórax:* mesonoto, lateral e laterodorsal coberto por cerdas amarelas elípticas estreitas; dorso coberto por cerdas amarelas aciculares; região posterior

com cerdas amarelas finas; mesoescutelo com cerdas amarelas finas (Fig. 23C). *Asa anterior*: dorso coberto por cerdas amarelas finas; pontos escuros formados por cerdas pretas finas e lineares, em um padrão de bandas verticais de pontos próximos intercaladas por manchas escuras de cerdas marrons (Fig. 23A, B); margem posteroapical com cerdas amarelas lineares longas (Fig. 23A). **Genitália masculina**. Segmento abdominal IX retangular estreito, cerca de 3× mais largo que longo, tergo projetado posteriormente, um par de pequenos acrotergitos ovais anteriores. Apêndice pré-anal longo, clavado, setoso, ápice arredondado em vista lateral. Segmento X, com processo lateral estreito, ápice afilado, arredondado. Apêndice inferior basalmente alargado, afinando-se em direção ao ápice, com projeção subapicomesal reduzida não ultrapassando a margem dorsal do apêndice; lóbulo apicomesal ligeiramente estreito, arredondado com fenda de origem do lóbulo aberta e profunda; lóbulo basoventral grande, côncava em forma de concha. Aparelho fállico com processo perifállico longo, fino, curvado em S, ápice capitado; apódema fállico alargado, bulboso, semi-membranoso; falobase esclerotizada, curvada na porção basal, porção apical ligeiramente curvada; membranas endotecais eversíveis sem espinhos; esclerito falotremal em forma de U na vista dorsal.



Figura 22 - *Nectopsyche* sp. 9, macho. Asas anteriores e posteriores em álcool.

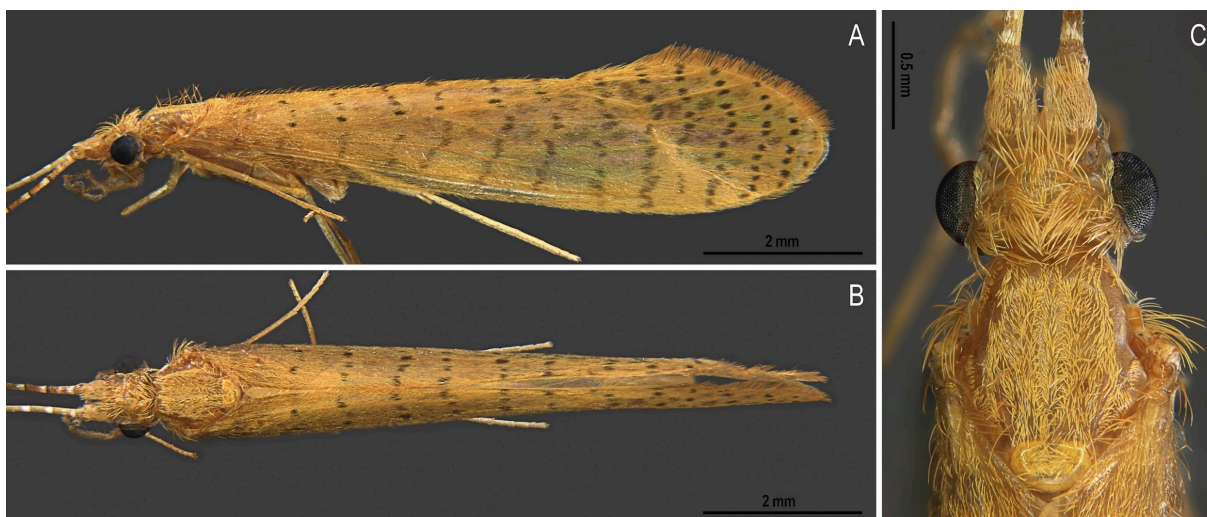


Figura 23 - *Nectopsyche* sp. 9, macho alfinetado. **A**, habitus, lateral; **B**, habitus, dorsal; **C**, cabeça e tórax, dorsal.

Nectopsyche sp. 10

(Figuras 24 e 25)

Distribuição. Brasil: Espírito Santo (Alegre), Minas Gerais (Ferros, Santo Antônio do Rio Abaixo).

Material examinado. BRASIL: Espírito Santo: Alegre, Cachoeira do Firmino, 20°37'04.20"S, 41°37'29.20"W, • 1 ♀ 3 ♂♂ [alcohol], 04-05.iv.2016, CEUNES, bandeja col. (UFVB); **Minas Gerais:** Ferros, Rio Santo Antônio, 19°14'55.40"S, 42°56'27.40"W, • 7 ♂♂ [alcohol], 20-21.viii.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), Santo Antônio do Rio Abaixo, Rio Santo Antônio, 19°13'52.40"S, 43°12'54.80"W, • 1 ♂ [alcohol], 09-10.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB), • 8 ♂♂ [alcohol], 19-20.viii.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB).

Diagnose. Esta espécie é muito similar a *N. muhni sensu* Holzenthal (veja em observações da espécie *N. sp. 3* deste presente estudo). Diferenciada pela célula discoidal mais fortemente deslocado distalmente ao início da célula tiridial (Fig. 25); processo perifálico do aparelho fállico mais espesso e distintamente capitado.



Figura 24 - *Nectopsyche* sp. 10, macho em álcool. **A**, cabeça e tórax, lateral; **B**, cabeça e tórax, dorsal.

Descrição. Macho adulto. Comprimento da asa anterior 7,9–9,5 mm (8,8 mm, n = 10). Cabeça e tórax (em álcool) amarelo pálido, uniforme, sem manchas; cabeça com verrugas de cerdas grandes; mesoescuto com verrugas de cerdas dispersas em duas fileiras dupla-tripla com 19–20 cerdas pilosas; mesoescutelo com um par de verrugas de cerdas com 1 cerda pilosa em cada par (Fig. 24A, B). Olhos compostos pequenos, largura aproximadamente $0.3\times$ a distância interocular em vista dorsal (Fig. 24B). Asa anterior de coloração hialina amarelada, sem manchas, de formato estreita; forquilha I e V presentes; célula discoidal fortemente deslocado distalmente ao início da célula tiridial; origem de célula tiridial distal à junção das veias A1+2 com A3; forquilha V com bifurcação distal à metade da célula tiridial; veias cubitais que formam a célula tiridial e início da forquilha V com poucas cerdas pilosas

as veias (Fig. 25). Asa posterior hialina, sem manchas, moderadamente alargada na região anal; forquilha V presente (Fig. 25).



Figura 25 - *Nectopsyche* sp. 10, macho. Asas anteriores e posteriores em álcool.

Genitália masculina. Segmento abdominal IX retangular estreito, cerca de 3× mais largo que longo, tergo projetado posteriormente, um par de pequenos acrotergitos ovais anteriores. Apêndice pré-anal longo, clavado, setoso, ápice arredondado em vista lateral. Segmento X, com processo lateral estreito, com projeção dorsolateral, ápice afilado. Apêndice inferior basalmente alargado, afilando-se em direção ao ápice, com projeção subapicomesal proeminente ultrapassando a margem dorsal do apêndice; lóbulo apicomesal amplo, arredondado com fenda de origem do lóbulo aberta; lóbulo basoventral grande, côncava em forma de concha. Aparelho fállico com processo perifállico longo, curvado em S, ápice capitado; apódema fállico alargado, bulboso, semi-membranoso; falobase esclerotizada, curvada na porção basal, porção apical ligeiramente curvada; membranas endotecais eversíveis sem espinhos; esclerito falotremal em forma de U na vista dorsal.

***Nectopsyche* sp. 11**

(Figuras 26 e 27)

Distribuição. Brasil: Espírito Santo (Conceição da Barra).**Material examinado.** BRASIL: Espírito Santo: Conceição da Barra, REBIO Córrego Grande, Córrego Grande, 18°17'29.90"S, 39°48'57.60"W, • 2 ♂♂ [alcohol], 22.ii.2013, CEUNES, balde col. (UFVB).

Figura 26 - *Nectopsyche* sp. 11, macho em álcool. **A**, cabeça e tórax, lateral; **B**, cabeça e tórax, dorsal.

Diagnose. Esta espécie possui características semelhantes às espécies do complexo *muhni*, sendo diferenciada pelo padrão único de coloração do exoesqueleto da cabeça e tórax (Fig. 26): manchas escuras na fossa antenal da cabeça (Fig. 26A, B); e manchas escuras nas regiões laterais e posterior do mesoescuto (Fig. 26B).

Descrição. Macho adulto. Comprimento da asa anterior 8,5 mm (8,5 mm, n = 1). Cabeça e tórax (em álcool) amarelados, com mancha escura na fossa antenal da cabeça, tórax com manchas escuras nas regiões laterais e posterior do mesoescuto; cabeça com verrugas de cerdas grandes; mesoescuto com verrugas de cerdas dispersas em duas fileiras única com 12–13 cerdas pilosas; mesoescutelo com um par de verrugas de cerdas com 1–2 cerdas pilosas em cada par (Fig. 26A, B). Olhos compostos pequenos, largura aproximadamente 0.3× a distância interocular em vista dorsal (Fig. 26B). Asa anterior de coloração (Teneral) hialina e opaca, sem manchas, de formato estreita; forquilha I e V presentes; célula discoidal levemente distalmente ao início da célula tiridial; origem de célula tiridial distal à junção das veias A1+2 com A3; forquilha V com bifurcação distal à metade da célula tiridial; veias cubitais que formam a célula tiridial e início da forquilha V com poucas cerdas pilosas as veias (Fig. 27). Asa posterior hialina, sem manchas, moderadamente alargada na região anal; forquilha V presente (Fig. 27).



Figura 27 - *Nectopsyche* sp. 11, macho. Asas anteriores e posteriores em álcool.

Genitália masculina. Segmento abdominal IX retangular estreito, cerca de 3× mais largo que longo, tergo projetado posteriormente, um par de pequenos acrotergitos ovais anteriores. Apêndice pré-anal longo, clavado, setoso, ápice arredondado em vista lateral. Segmento X, com processo lateral estreito, ápice afilado. Apêndice inferior basalmente alargado, afilando-se em direção ao ápice; lóbulo apicomésal amplo, arredondado com fenda de origem do lóbulo aberta; lóbulo basoventral grande, côncava em forma de concha. Aparelho fático com processo perifático longo, curvado em S, ápice capitado; apódema fático alargado, bulboso, semi-membranoso; falobase esclerotizada, curvada na porção basal, porção apical ligeiramente curvada; membranas endotecais eversíveis sem espinhos; esclerito falotremal em forma de U na vista dorsal.

3.2.2. Grupo *quatuorguttata*

As espécies deste grupo são caracterizadas principalmente pelas características genitais masculinas, com apêndices pré-anais curtos, apicalmente expandidos, apêndice inferior basalmente alargado, com lóbulo basoventral em forma de concha.

Espécies analisadas: *Nectopsyche adusta* Flint, 1983, *N. aureovittata* Flint, 1983, *N. sp.* 12 e *N. sp.* 13.

Nectopsyche adusta Flint, 1983

(Figuras 28–30)

Distribuição. Argentina, Brasil: Espírito Santo (Alegre, Alfredo Chaves, Domingos Martins, Santa Teresa, Sooretama), Minas Gerais (Aimorés, Canaã, Jaboticatubas, Periquito, Ponte Nova), Pará, **Rio de Janeiro** (Itatiaia), São Paulo.

Material examinado. BRASIL: Espírito Santo: Alegre, Cachoeira do Firmino, 20°37'04.20"S, 41°37'29.20"W, • 1 ♂ [alcohol], 04-05.iv.2016, CEUNES, bandeja col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], 26-27.vi.2014, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), Alfredo Chaves, Matilde, cachoeira Águas de Pinon, rio Maravilha, 20°32'58.90"S, 40°51'18.80"W, • 3 ♂♂ [alcohol], 05-06.iv.2016, CEUNES, bandeja col. (UFVB), Alfredo Chaves, Matilde, cachoeira Darós, 20°32'54.60"S, 40°51'13.40"W, • 11 ♂♂ [alcohol], 05-06.iv.2016, CEUNES, bandeja col. (UFVB), Domingos Martins, Rio Jacu Braço Norte, Melgaço, 20°18'59.50" S,

40°39'24.40" W, • 1 ♂ [alcohol], 19-20.v.2014, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), Santa Teresa, Nova Lombardia, Córrego do filtro (ponto C. Capixaba), 19° 52'30.9"S, 40° 32'7.4"W, • 1 ♂ [alcohol], 11-12.i.2016, bandeja col. (UFVB), Santa Teresa, ReBio Augusto Ruschi, córrego da Estrada, 19°53'20.60"S, 40°32'41.50"W, • 1 ♂ [alcohol], • 1 ♂ [alcohol], • 2 ♂♂ [alcohol], 17-18.i.2018, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), Sooretama, Rio São José, 19°07'33.1"S, 40°14'26.1"W, • 1 ♂ [alcohol], 12.vi.2018, CEUNES, lençol col. (UFVB), • 4 ♂♂ [alcohol], 13.i.2015, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], • 1 ♂ [alcohol], 20.i.2015, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], 20.vi.2012, CEUNES, luminosa col. (UFVB), • 4 ♂♂ [alcohol], 26.iii.2015, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), • 4 ♂♂ [alcohol], 28.i.2015, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB); **Minas Gerais:** Aimorés, jusante da UHE Aimores, Rio Doce, 19°29'11.20"S, 41°04'30.20"W, • 1 ♂ [alcohol], 08-09.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), Aimorés, Rio Manhuaçu, 19°29'38.07"S, 41°16'31.73"W, • 6 ♀♀ 4 ♂♂ [alcohol], 06-07.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB), Aimorés, Rio Manhuaçu, 19°29'29.10"S, 41°11'13.30"W, • 1 ♂ [alcohol], 10-11.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), Canaã, Rio Santana, Cachoeira Grande, 20°36'19.00"S, 42°36'13.00"W, • 4 ♂♂ [pinned], 25.x.2023, P Bonfá-Neto, ICH Cortes, RB Gastaldo, FF Salles, lençol col. (UFVB), • 19 ♂♂ [alcohol], • 9 ♂♂ [alcohol], 27.x.2020, FF Salles, P Bonfá-Neto, MC Gonçalves, lençol col. (UFVB), Jaboticatubas, PARNA Serra do Cipó, corrego das Pedras, 19°20'55.3"S, 43°36'20.7"W, • 5 ♀♂ [alcohol], 03-04.x.2022, MLS Rippel, ICH Cortes, P Bonfá-Neto, D Freitas, pensilvânia col. (UFVB), Periquito, Rio Corrente, 19°00'21.10"S, 42°10'32.00"W, • 9 ♂♂ [alcohol], 04-05.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), Ponte Nova, UHE Brito, Rio Piranga, 20°26'43.10"S, 42°59'05.70"W, • 11 ♂♂ [alcohol], 11-12.viii.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, pensilvânia col. (UFVB); **Rio de Janeiro:** Itatiaia, PARNA do Itatiaia, cachoeira da Maromba, 22°25'46.00"S, 44°37'10.00"W, • 1 ♀ 1 ♂ [alcohol], 14-15.iii.2022, FF Salles, MLS Rippel ICH Cortes, P Bonfá-Neto, pensilvânia col. (UFVB).

Diagnose. Está espécie possui o padrão de coloração das cerdas das asas anteriores similares às espécies do grupo *pavida* (Fig. 30A), no entanto, com as características genitais do grupo de espécies *quatuorguttata*. Dentro do grupo, esta espécie é similar a *N. maculipennis* Flint, 1983 e *N. sp. 12* pelas características gerais da genitália e da ausência de projeção dorsolateral do segmento X. Sendo diferenciada pela ausência das modificações das asas anteriores de *N.*

sp. 12 (Figs 29, 5A) e pela genitália com segmento X ligeiramente mais largo em vista lateral e projeção subapicomésal discreta, ultrapassando a margem dorsal do apêndice inferior.



Figura 28 - *Nectopsyche adusta*, macho em álcool. **A**, cabeça e tórax, lateral; **B**, cabeça e tórax, dorsal.

Descrição suplementar. Macho adulto. Comprimento da asa anterior 6,1–7,7 mm (7,2 mm, $n = 10$). Cabeça e tórax (em álcool) amarelados, uniforme, sem manchas; cabeça com verrugas de cerdas grandes; mesoescuto com verrugas de cerdas dispersas em duas fileiras única com 7–9 cerdas pilosas; mesoescutelo com um par de verrugas de cerdas com 1 cerda pilosa em cada par (Fig. 28A, B). Olhos compostos pequenos, largura aproximadamente $0.25\times$ a distância interocular em vista dorsal (Fig. 28B). Asa anterior de coloração hialina levemente amarelada, sem manchas, de formato estreita; forquilhas I e V presentes; célula discoidal próxima a ligeiramente distal ao início da célula tiridial; origem de célula tiridial

distal à junção das veias A1+2 com A3; forquilha V com bifurcação distal à metade da célula tiridial; veias cubitais que formam a célula tiridial e início da forquilha V com poucas cerdas pilosas as veias (Fig. 29). Asa posterior hialina, sem manchas, estreita; forquilha V presente (Fig. 29).



Figura 29 - *Nectopsyche adusta*, macho. Asas anteriores e posteriores em álcool.

Vestimenta. *Cabeça:* superfície dorsal da gena com cerdas brancas elípticas estreitas marginando aos olhos; vértex com uma linha central e duas linhas adjacentes menores formadas por cerdas brancas elípticas estreitas; fossa antenal lisa e com cerdas branco-amareladas elípticas na região posteromedial (Fig. 30C); escapo antenal, dorso coberto por cerdas marrom-claras oblongas; faixas laterais externas e internas de cerdas brancas subspatuladas; região anterior com cerdas branco-amareladas lineares longas (Fig. 30C). *Tórax:* mesonoto, lateral e laterodorsal coberto por cerdas branco-amareladas elípticas; dorso coberto com cerdas amarelas aciculares; região posterior com cerdas amareladas finas; mesoescutelo com cerdas amarelas aciculares (Fig. 30C). *Asa anterior:* dorso coberto por cerdas amarelas finas, com pontos escuros formados por cerdas pretas finas, em um padrão de bandas verticais de pontos próximos (Fig. 30A, B); margem posteroapical com cerdas amarelas lineares longas (Fig. 30A).



Figura 30 - *Nectopsyche adusta*, macho alfinetado. **A**, habitus, lateral; **B**, habitus, dorsal; **C**, cabeça e tórax, dorsal.

Genitália masculina. Segmento abdominal IX retangular curto, cerca de 2× mais largo que longo, tergo projetado posteriormente, um par de pequenos acrotergitos ovais anteriores. Apêndice pré-anal curto, expandido, setoso, ápice arredondado em vista lateral. Segmento X, com processo lateral ligeiramente larga, ápice afilado, agudo. Apêndice inferior basalmente alargado, afinando-se em direção ao ápice, com projeção subapicomesal discreta ultrapassando a margem dorsal do apêndice; lóbulo apicomesal amplo, arredondado com fenda de origem do lóbulo fechada; lóbulo basoventral grande, côncava em forma de concha. Aparelho fático com processo perifático longo, fino, curvado em S, ápice capitado; apódema fático alargado, bulboso, semi-membranoso; falobase esclerotizada, curvada na porção basal, porção apical ligeiramente curvada; membranas endotecais eversíveis sem espinhos; esclerito falotremal em forma de U na vista dorsal.

Nectopsyche sp. 12

(Figuras 31 e 32)

Distribuição. Brasil: Espírito Santo (Alfredo Chaves, Baixo Guandu, Colatina, Linhares, Nova Venécia, Sooretama), Minas Gerais (Canaã, Ferros, Santo Antônio do Rio Abaixo).

Material examinado. BRASIL: Espírito Santo: Alfredo Chaves, Matilde, cachoeira Águas de Pinon, rio Maravilha, 20°32'58.90"S, 40°51'18.80"W, • 1 ♂ [alcohol], 05-06.iv.2016, CEUNES, bandeja col. (UFVB), Baixo Guandu, Fazenda Barrado do Mutum, Rio Doce, propriedade seu Fabricio, 19°30'04.4"S, 40°53'33.5"W, • 3 ♂♂ [alcohol], 18-19.xi.2014, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), Colatina, Baunilha, Rio Doce, Fazenda Porto Alegre, 19°30'53.1"S, 40°30'58.8"W, • 2 ♂♂ [alcohol], 19-20.xi.2014, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), Colatina, Itapina, Rio Doce, casa seu Tônico, 19°31'15.1"S, 40°46'53.6"W, • 1 ♂ [alcohol], 18-19.xi.2014, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), Linhares, Perto da entrada para lagoa Palminhas, 19°25'20.7"S, 40°12'02.8"W, • 1 ♂ [alcohol], 09-10.ix.2014, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), Nova Venécia, Patrimônio do Bis, 18°33'27.5"S, 40°20'6.5"W, • 1 ♂ [alcohol], 16-17.iv.2012, EA Raimundi, FC Massariol, KB Angeli, pensilvânia col. (UFVB), • 7 ♂♂ [alcohol], 25-26.vii.2012, EA Raimundi, EM Rozario, KB Angeli, pensilvânia col. (UFVB), Nova Venécia, Santa Rita do Pip Nuck, Propriedade do Sr. Puppim, Rio Cricaré, 18°39'51.4"S 40°30'44.9"W, • 4 ♂♂ [alcohol], 21-22.xi.2012, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], 25-26.vii.2012, EA Raimundi, EM Rozario, KB Angeli, pensilvânia col. (UFVB), Sooretama, Rio São José, 19°07'33.1"S, 40°14'26.1"W, • 1 ♀ 3 ♂♂ [alcohol], 04.xi.2013, CEUNES, lençol col. (UFVB), • 31 ♂♂ [alcohol], 13.i.2015, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], • 1 ♂ [alcohol], • 1 ♂ [alcohol], • 1 ♂ [alcohol], • 33 ♂♂ [alcohol], • 4 ♂♂ [alcohol], 20.i.2015, RP Constantino, pensilvânia col. (UFVB), • 12 ♂♂ [alcohol], 20.vi.2012, CEUNES, luminosa col. (UFVB), • 11 ♂♂ [alcohol], 23.vi.2015, CEUNES, lençol col. (UFVB), • 14 ♂♂ [alcohol], 26.iii.2015, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), • 21 ♂♂ [alcohol], 28.i.2015, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB); **Minas Gerais:** Canaã, Rio Santana, Cachoeira Grande, 20°36'19.00"S, 42°36'13.00"W, • 11 ♂♂ [alcohol], • 18 ♂♂ [alcohol], 27.x.2020, FF Salles, P Bonfá-Neto, MC Gonçalves, lençol col. (UFVB), Ferros, Rio Santo Antônio, 19°14'55.40"S, 42°56'27.40"W, • 2 ♂♂ [alcohol], 20-21.viii.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataíde, pensilvânia col. (UFVB), Santo Antônio do Rio Abaixo, Rio Santo Antônio, 19°13'52.40"S, 43°12'54.80"W, • 2 ♂♂ [alcohol], 19-20.viii.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataíde, pensilvânia col. (UFVB).

Diagnose. Esta espécie possui a genitália masculina muito similar a de *Nectopsyche adusta* Flint, 1983. Contudo, facilmente distinguida de todas as outras espécies de *Nectopsyche* pela modificação única das asas anteriores: forquilha V com bifurcação proximal à metade da célula tiridial (Fig. 32); veias cubitais que formam a célula tiridial e início da forquilha V com muitas cerdas pilosas, curtas e finas sobre as veias (Fig. 5B). Na genitália, distingue-se de *N.*

adusta pelo segmento X mais estreito em vista lateral; e projeção subapicomesal discreta, atingindo a margem dorsal do apêndice inferior.



Figura 31 - *Nectopsyche* sp .12, macho em álcool. **A**, cabeça e tórax, lateral; **B**, cabeça e tórax, dorsal.

Descrição. Macho adulto. Comprimento da asa anterior 7,0–7,8 mm (7,5 mm, n = 10). Cabeça e tórax (em álcool) amarelados, uniforme, com pigmentação na margem ântero-medial do metaescuto; cabeça com verrugas de cerdas grandes; mesoescuto com verrugas de cerdas dispersas em duas fileiras única com 6–7 cerdas pilosas; mesoescutelo com um par de verrugas de cerdas com 1 cerda pilosa em cada par (Fig. 31A, B). Olhos compostos pequenos, largura aproximadamente 0.25× a distância interocular em vista dorsal (Fig. 31B). Asa anterior de coloração hialina levemente amarelada, sem manchas, de formato estreita; forquilhas I e V presentes; célula discoidal próxima a ligeiramente distal ao início da célula

tiridial; origem de célula tiridial distal à junção das veias A1+2 com A3; forquilha V com bifurcação proximal à metade da célula tiridial; veias cubitais que formam a célula tiridial e início da forquilha V com muitas cerdas pilosas, curtas e finas sobre as veias (Fig. 32). Asa posterior hialina, sem manchas, estreita; forquilha V presente (Fig. 32).



Figura 32 - *Nectopsyche* sp. 12, macho. Asas anteriores e posteriores em álcool.

Genitália masculina. Segmento abdominal IX retangular curto, cerca de 2× mais largo que longo, tergo projetado posteriormente, um par de pequenos acrotergitos ovais anteriores. Apêndice pré-anal curto, expandido, setoso, ápice arredondado em vista lateral. Segmento X, com processo lateral estreito, ápice afilado, agudo. Apêndice inferior basalmente alargado, afinando-se em direção ao ápice, com projeção subapicomesal discreta atingindo a margem dorsal do apêndice; lóbulo apicomesal amplo, arredondado com fenda de origem do lóbulo fechada; lóbulo basoventral grande, côncava em forma de concha. Aparelho fállico com processo perifállico longo, fino, curvado em S, ápice capitado; apódema fállico alargado, bulboso, semi-membranoso; falobase esclerotizada, curvada na porção basal, porção apical ligeiramente curvada; membranas endotecais eversíveis sem espinhos; esclerito falotremal em forma de U na vista dorsal.

***Nectopsyche aureovittata* Flint, 1983**

(Figuras 33–35)

Distribuição. Argentina, Paraguai, Brasil: Espírito Santo (Alfredo Chaves, Conceição da Barra), Minas Gerais (Aimorés, Canaã, Guaraciaba, Naque, Periquito, Pingo D'água, Rio Doce, Santo Antônio do Rio Abaixo), Paraná, Rio de Janeiro, Santa Catarina, São Paulo.

Material examinado. BRASIL: Espírito Santo: Alfredo Chaves, Matilde, cachoeira Águas de Pinon, rio Maravilha, 20°32'58.90"S, 40°51'18.80"W, • 3 ♂♂ [alcohol], 05-06.iv.2016, CEUNES, bandeja col. (UFVB), Alfredo Chaves, Matilde, cachoeira Darós, 20°32'54.60"S, 40°51'13.40"W, • 14 ♀♀ 3 ♂♂ [alcohol], 05-06.iv.2016, CEUNES, bandeja col. (UFVB), Conceição da Barra, REBIO Córrego Grande, Córrego Grande, 18°17'29.90"S, 39°48'57.60"W, • 1 ♂ [alcohol], 22.ii.2013, CEUNES, balde col. (UFVB); **Minas Gerais:** Aimorés, Rio Manhuaçu, 19°29'38.07"S, 41°16'31.73"W, • 3 ♀♀ [alcohol], 06-07.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB), Canaã, Rio Santana, Cachoeira Grande, 20°36'19.00"S, 42°36'13.00"W, • 14 ♀♀ 2 ♂♂ [pinned], 25.x.2023, P Bonfá-Neto, ICH Cortes, RB Gastaldo, FF Salles, lençol col. (UFVB), • 15 ♀♂ [alcohol], • 30 ♂♂ [alcohol], 27.x.2020, FF Salles, P Bonfá-Neto, MC Gonçalves, lençol col. (UFVB), Guaraciaba, Rio Piranga, 20°32'46.30"S, 42°59'25.25"W, • 1 ♀ [alcohol], 14-15.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB), Naque, Rio Doce, 19°15'05.56"S, 42°18'50.50"W, • 2 ♀♀ 1 ♂ [alcohol], 08-09.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB), Periquito, Rio Corrente, 19°00'21.10"S, 42°10'32.00"W, • 10 ♀♀ 22 ♂♂ [alcohol], 04-05.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataíde, pensilvânia col. (UFVB), Pingo D'água, PERD, Rio Doce, 19°44'56.80"S, 42°28'42.30"W, • 1 ♂ [alcohol], 07.ii.2022, ADL Viana, N Kroth, pensilvânia col. (UFVB), Rio Doce, Reservatório da UHE Risoleta Neves (Candongá), Rio Doce, 20°12'28.70"S, 42°52'34.80"W, • 1 ♂ [alcohol], 12-13.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB), Santo Antônio do Rio Abaixo, Rio Santo Antônio, 19°13'52.40"S, 43°12'54.80"W, • 10 ♀♀ 5 ♂♂ [alcohol], 19-20.viii.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataíde, pensilvânia col. (UFVB).

Diagnose. Esta espécie possui a genitália similar a de *Nectopsyche quatuorguttata* (Navás, 1922) pelas características gerais do grupo e pela projeção dorsolateral do segmento X,

característica também presentes em algumas espécies do grupo *pavida*. Sendo diferenciada pelo padrão de coloração das cerdas das asas anteriores cobertas por cerdas marrom-escuras intercaladas por faixas compostas por cerdas amareladas (Fig. 35A); coloração do corpo marrom escuro (Fig. 33); verrugas de cerdas do mesoescuto organizadas em fileiras únicas com aproximadamente 8 cerdas pilosas (Fig. 33B); projeção dorsolateral do segmento X proeminente; apêndice inferior com projeção subapicomesal discreta atingindo a margem dorsal.



Figura 33 - *Nectopsyche aureovittata*, macho em álcool. **A**, cabeça e tórax, lateral; **B**, cabeça e tórax, dorsal.

Descrição suplementar. Macho adulto. Comprimento da asa anterior 6,3–7,4 mm (6,9 mm, n = 10). Cabeça e tórax (em álcool) marrom-escuros, com mancha escura suave na região

póstero-lateral do mesoescuto; cabeça com verrugas de cerdas grandes; mesoescuto com verrugas de cerdas dispersas em duas fileiras única com 8 cerdas pilosas; mesoescutelo com um par de verrugas de cerdas com 1 cerda pilosa em cada par (Fig. 33A, B). Olhos compostos pequenos a médio, largura aproximadamente $0.31\times$ a distância interocular em vista dorsal (Fig. 33B). Asa anterior de coloração hialina marrom, sem manchas, de formato estreita; forquilha I e V presentes; célula discoidal próxima a ligeiramente distal ao início da célula tiridial; origem de célula tiridial distal à junção das veias A1+2 com A3; forquilha V com bifurcação distal à metade da célula tiridial; veias cubitais que formam a célula tiridial e início da forquilha V com poucas cerdas pilosas as veias (Fig. 34). Asa posterior hialina, sem manchas, estreita; forquilha V presente (Fig. 34).



Figura 34 - *Nectopsyche aureovittata*, macho. Asas anteriores e posteriores em álcool.

Vestimenta. *Cabeça:* superfície dorsal da gena com cerdas branco-amareladas elípticas marginando ao olho; vértex com uma linha central e duas linhas adjacentes menores formadas por cerdas branco-amareladas elípticas; fossa antenal lisa e com cerdas branco-amareladas elípticas na região posteromedial (Fig. 35C); escapo antenal, dorso e margem interna coberta por cerdas branco-amareladas ou marrom-claras subspatuladas; faixa lateral externa de cerdas brancas subspatuladas; região anterior com cerdas branco-amareladas lineares longas (Fig. 35C). *Tórax:* mesonoto, lateral e laterodorsal coberto por cerdas amarelas elípticas; dorso

coberto com cerdas amarelas elípticas a elípticas estreitas; região posterior com cerdas amarelas elípticas estreitas; mesoescutelo com cerdas amarelas elípticas (Fig. 35C). *Asa anterior*: dorso coberto por cerdas amarelas finas intercaladas por faixas transversais escuras formadas por cerdas marrons escuras finas (Fig. 35A, B); margem posteroapical com cerdas amarelas e marrons escuros lineares longas (Fig. 35A).



Figura 35 - *Nectopsyche aureovittata*, macho alfinetado. **A**, habitus, lateral; **B**, habitus, dorsal; **C**, cabeça e tórax, dorsal.

Genitália masculina. Segmento abdominal IX retangular curto, cerca de 2× mais largo que longo, tergo projetado posteriormente, um par de pequenos acrotergitos ovais anteriores. Apêndice pré-anal curto, expandido, setoso, ápice arredondado em vista lateral. Segmento X, com processo lateral estreito, com projeção dorsolateral, ápice afilado. Apêndice inferior basalmente alargado, afinando-se em direção ao ápice, com projeção subapicomesal discreta atingindo a margem dorsal do apêndice; lóbulo apicomesal amplo, arredondado com fenda de origem do lóbulo fechada; lóbulo basoventral grande, côncava em forma de concha. Aparelho fático com processo perifático longo, curvado em S, ápice capitado; apódema fático alargado, bulboso, semi-membranoso; falobase esclerotizada, curvada na porção basal, porção apical ligeiramente curvada; membranas endotecais eversíveis sem espinhos; esclerito falotremal em forma de U na vista dorsal.

***Nectopsyche* sp. 13**

(Figuras 36 e 37)

Distribuição. Bolívia, Guiana, Paraguai, Peru, Suriname, Brasil: Maranhão, **Espírito Santo** (Baixo Guandu), Mato Grosso, **Minas Gerais** (Governador Valadares), Pará.

Material examinado. **BRASIL: Espírito Santo:** Baixo Guandu, Rio Guandu, 19°37'30.00"S, 41°01'07.80"W, • 4 ♂♂ [alcohol], 09-10.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB); **Minas Gerais:** Governador Valadares, Rio Doce, 18°55'50.27"S, 42°01'20.23"W, • 1 ♂ [alcohol], 04-05.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB).

Diagnose. Esta espécie possui a genitália similar a de *Nectopsyche aureovittata* Flint, 1983 pelas características gerais do grupo e pela projeção dorsolateral do segmento X. Sendo diferenciada pelo padrão de coloração das cerdas das asas anteriores, marcada por grandes bandas transversais formadas por cerdas claras em contraste com as escuras; coloração do corpo marrom pálido (Fig. 36); verrugas de cerdas do mesoescuto organizadas em fileiras únicas com aproximadamente 4 cerdas pilosas (Fig. 36B); projeção dorsolateral do segmento X pouco evidente; apêndice inferior com projeção subapicomesal discreta ultrapassando a margem dorsal.

Observações. A identificação desta espécie foi dificultada pela falta da vestimenta preservada, no entanto, possivelmente pelas características da genitália masculina, esses espécimes pertencem a *Nectopsyche quatuorguttata* (Navás, 1922), mas ainda precisam ser confirmadas.

Descrição suplementar. Macho adulto. Comprimento da asa anterior 6,2–6,7 mm (6,6 mm, n = 5). Cabeça e tórax (em álcool) marrons pálidos, cabeça mais clara, com mancha escura na fossa antenal, tórax uniforme, sem manchas; cabeça com verrugas de cerdas anterior pequenas; mesoescuto com verrugas de cerdas dispersas em duas fileiras única com 4 cerdas pilosas; mesoescutelo com um par de verrugas de cerdas com 1 cerda pilosa em cada par (Fig. 36A, B). Olhos compostos pequenos, largura aproximadamente 0.3× a distância interocular em vista dorsal (Fig. 36B). Asa anterior de coloração hialina, sem manchas, de formato

estreita; forquilha I e V presentes; célula discoidal levemente distalmente ao início da célula tiridial; origem de célula tiridial distal à junção das veias A1+2 com A3; forquilha V com bifurcação distal à metade da célula tiridial; veias cubitais que formam a célula tiridial e início da forquilha V com poucas cerdas pilosas as veias (Fig. 37). Asa posterior hialina, sem manchas, estreita; forquilha V presente (Fig. 37).



Figura 36 - *Nectopsyche* sp. 13, macho em álcool. **A**, cabeça e tórax, lateral; **B**, cabeça e tórax, dorsal.

Genitália masculina. Segmento abdominal IX retangular curto, cerca de 2× mais largo que longo, tergo projetado posteriormente, um par de pequenos acrotergitos ovais anteriores. Apêndice pré-anal curto, expandido, setoso, ápice arredondado em vista lateral. Segmento X, com processo lateral estreito, com projeção dorsolateral, ápice afilado. Apêndice inferior basalmente alargado, afilando-se em direção ao ápice, com projeção subapicomésal discreta

ultrapassando a margem dorsal do apêndice; lóbulo apicomesal amplo, arredondado com fenda de origem do lóbulo fechada; lóbulo basoventral grande, côncava em forma de concha. Aparelho fállico com processo perifállico longo, fino, curvado em S, ápice capitado; apódema fállico alargado, bulboso, semi-membranoso; falobase esclerotizada, curvada na porção basal, porção apical ligeiramente curvada; membranas endotecais eversíveis sem espinhos; esclerito falotremal em forma de U na vista dorsal.



Figura 37 - *Nectopsyche* sp. 13, macho. Asas anteriores e posteriores em álcool.

3.2.3. Grupo *candida-bruchi*

As espécies deste grupo são caracterizadas principalmente pelas características genitais masculinas, com apêndices pré-anais longos, estreitos, apicalmente arredondados a clavados, apêndice inferior reto a levemente arqueado, com lóbulo basoventral digitiforme ou vestigial.

Espécies analisadas: *Nectopsyche aymore* Bonfá-Neto & Salles, 2023, *N. fuscomaculata* Flint, 1983, *N. separata* (Banks, 1920), *N. splendida* (Navás, 1917), *N. sp. 1*, *N. sp. 2*, *N. sp. 4*, *N. sp. 14*, *N. sp. 15*, *N. sp. 16*, *N. sp. 17*.

***Nectopsyche aymore* Bonfá-Neto & Salles, 2023**

(Figuras 38 e 39)

Distribuição. Brasil: Espírito Santo (Baixo Guandu, Colatina, Linhares, Nova Venécia, São Mateus).

Material examinado. BRASIL: Espírito Santo: Baixo Guandu, Fazenda Barrado do Mutum, Rio Doce, propriedade seu Fabricio, 19°30'04.4"S, 40°53'33.5"W, • 7 ♀♀ [alcohol], 18-19.xi.2014, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), Baixo Guandu, Rio Doce, 19°30'23.00"S, 41°01'01.80"W, • 1 ♀ [alcohol], 09-10.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), Colatina, Barbados, Rio Doce, Propiedade do Jacy, 19°31'05.3"S, 40°34'49.9"W, • 1 ♂ [alcohol], 19-20.xi.2014, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), Colatina, Baunilha, Rio Doce, Fazenda Porto Alegre, 19°30'53.1"S, 40°30'58.8"W, • 7 ♀♀ 12 ♂♂ [alcohol], 19-20.xi.2014, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), Colatina, Entrada para Itapina. Rio Doce, caseira dona Vera, 19°31'18.1"S, 40°50'11.1"W, • 29 ♀♀ 1 ♂ [alcohol], 18-19.xi.2014, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), Colatina, Itapina, Rio Doce, casa seu Tônico, 19°31'15.1"S, 40°46'53.6"W, • 67 ♀♀ 2 ♂♂ [alcohol], 18-19.xi.2014, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), Colatina, Rio Doce, 19°32'14.00"S, 40°38'23.46"W, • 4 ♀♀ 2 ♂♂ [alcohol], 05-06.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB), Linhares, Ipiranga, Rio Doce, Fazenda forzza, 19°29'53.1"S, 40°16'40.9"W, • 2 ♀♀ 2 ♂♂ [alcohol], 19-20.xi.2014, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), Linhares, Lagoa Juparanã Mirin (Lagoa Nova), 19°19'49.00"S, 40°10'12.30"W, • 43 ♀♀ [alcohol], 12-13.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), Linhares, Rio Doce, 19°24'23.10"S, 40°04'03.70"W, • 1 ♀ [alcohol], 12-13.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), Linhares, Rio Doce, 19°26'06.40"S, 39°57'04.80"W, • 18 ♀♀ 12 ♂♂ [alcohol], 13-14.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), Linhares, Rio Doce, Fazenda Rio Claro, 19°32'18.2"S, 39°52'59.3"W, • 26 ♀♀ 19 ♂♂ [alcohol], 23-24.ix.2014, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), Nova Venécia, Santa Rita do Pip Nuck, Propriedade do Sr. Puppim, Rio Cricaré, 18°39'51.4"S 40°30'44.9"W, • 1 ♀ [alcohol], 18-19.iv.2012, KB Angeli, LG Salinas, pensilvânia col. (UFVB), • 1 ♀ [alcohol], 21-22.xi.2012, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), São Mateus, Estrada São Mateus-Boa Esperança, Sítio Santa Maria, 18°39'17.1"S, 39°59'36"W, • 2 ♀♀ [alcohol], 05-06.ii.2013, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], • 3 ♀♀ 1 ♂

[alcohol], 07-08.ix.2012, EA Raimundi, KB Angeli, pensilvânia col. (UFVB), • 8 ♀♀ 11 ♂♂ [alcohol], • 9 ♀♀ 11 ♂♂ [alcohol], 13-14.vi.2012, EA Raimundi, EM Rozario, KB Angeli, pensilvânia col. (UFVB).



Figura 38 - *Nectopsyche aymore*, macho em álcool. **A**, cabeça e tórax, lateral; **B**, cabeça e tórax, dorsal.

Diagnose. Esta espécie lembra em coloração a *Nectopsyche splendida* (Navas, 1917), e é muito similar a *N. sp. 14*. Sendo diferenciada de *N. splendida*: pelo formato das cerdas escuras das asas anteriores; olhos compostos menores (Fig. 38B); verrugas de cerdas do mesoescuto organizadas em fileiras únicas com aproximadamente 4–6 cerdas pilosas (Fig. 38B); célula discoidal próxima ao início da célula tiridial (Fig. 39); segmento IX mais largo em vista lateral, cerca de 1.5× mais largo que longo; apêndice inferior mais curto; segmento X

fino e estreito; processo periférico com ápice agudo; falobase fortemente curvada e flexível. Sendo diferenciada de *N. sp. 14* pela porção apical da falobase plana, com alta flexibilidade.

Descrição suplementar. Macho adulto. Comprimento da asa anterior 6,7–7,2 mm (6,9 mm, $n = 10$). Cabeça e tórax (em álcool) marrons quase pretos, uniforme, sem manchas; cabeça com verrugas de cerdas anterior e posterior pequenas; mesoescuto com verrugas de cerdas dispersas em duas fileiras única com 4–6 cerdas pilosas; mesoescutelo com um par de verrugas de cerdas com 1 cerda pilosa em cada par (Fig. 38A, B). Olhos compostos pequenos, largura aproximadamente $0.3\times$ a distância interocular em vista dorsal (Fig. 38B). Asa anterior de coloração hialina marrom escuro, sem manchas, de formato estreita; forquilha I e V presentes; célula discoidal próxima a ligeiramente distal ao início da célula tiridial; origem de célula tiridial distal à junção das veias A1+2 com A3; forquilha V com bifurcação próxima a distal à metade da célula tiridial; veias cubitais que formam a célula tiridial e início da forquilha V com poucas cerdas pilosas as veias (Fig. 39). Asa posterior hialina, sem manchas, estreita; forquilha V presente (Fig. 39).



Figura 39 - *Nectopsyche aymore*, macho. Asas anteriores e posteriores em álcool.

Genitália masculina. Segmento abdominal IX retangular largo, cerca de $1.5\times$ mais largo que longo, tergo projetado posteriormente, um par de pequenos acrotergitos ovais anteriores.

Apêndice pré-anal curto, estreito, setoso, ápice arredondado em vista lateral. Segmento X, com processo lateral fino, muito estreito, ápice agudo com cerdas espiniforme. Apêndice inferior delgado, reto, afinando-se em direção ao ápice, com projeção subapicomésal reduzida não ultrapassando a margem dorsal do apêndice; lóbulo apicomésal ligeiramente estreito, arredondado com fenda de origem do lóbulo aberta; lóbulo basoventral digitiforme, setoso. Aparelho fático com processo perifático longo, fino, ligeiramente curvado em S, ápice agudo; apódema fático alargado, bulboso, semi-membranoso; falobase esclerotizada, fortemente curvada na porção médio-basal, porção apical plana; membranas endotecais eversíveis com espinhos; esclerito falotremal em forma de U na vista dorsal.

***Nectopsyche fuscomaculata* Flint, 1983**

(Figuras 40–42)

Distribuição. Argentina, Paraguai, Brasil: Bahia, Espírito Santo (Alegre, Colatina, Domingos Martins, Linhares, Nova Venécia, São Mateus, Sooretama), Minas Gerais (Aimorés, Canaã, Guaraciaba, Naque, Santo Antônio do Rio Abaixo, Tumiritinga), Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro, Santa Catarina, São Paulo.

Material examinado. BRASIL: Espírito Santo: Alegre, Cachoeira do Firmino, 20°37'04.20"S, 41°37'29.20"W, • 2 ♂♂ [alcohol], 04-05.iv.2016, CEUNES, bandeja col. (UFVB), Colatina, Baunilha, Rio Doce, Fazenda Porto Alegre, 19°30'53.1"S, 40°30'58.8"W, • 1 ♂ [alcohol], 19-20.xi.2014, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), Colatina, Rio Doce, 19°32'14.00"S, 40°38'23.46"W, • 3 ♂♂ [alcohol], 05-06.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB), Domingos Martins, Estrada para Biriricas, 20°20'32.20"S, 40°35'01.10"W, • 1 ♂ [alcohol], 25.v.2016, CEUNES (UFVB), Linhares, Lagoa Juparanã Mirim (Lagoa Nova), 19°19'49.00"S, 40°10'12.30"W, • 1 ♀ 2 ♂♂ [pinned], 02.x.2024, FF Salles, C Nieto, ADL Viana, lençol col. (UFVB), Nova Venécia, Entrada da cidade, Casa da Dona Ana e Seu Adalto, 18°42'54.91"S, 40°22'33.33"W, • 3 ♀♀ 4 ♂♂ [alcohol], 15-16.iv.2013, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), • 1 ♀ 1 ♂ [alcohol], 23-24.v.2012, FF Salles, KB Angeli, pensilvânia col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], 26-27.vii.2012, EA Raimundi, EM Rozario, KB Angeli, pensilvânia col. (UFVB), Nova Venécia, Patrimônio do Bis, 18°33'27.5"S, 40°20'6.5"W, • 3 ♂♂ [alcohol], 16-17.iv.2012, EA Raimundi, FC Massariol, KB Angeli, pensilvânia col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol],

25-26.vii.2012, EA Raimundi, EM Rozario, KB Angeli, pensilvânia col. (UFVB), Nova Venécia, Santa Rita do Pip Nuck, Propriedade do Sr. Puppim, Rio Cricaré, 18°39'51.4"S 40°30'44.9"W, • 1 ♀ 8 ♂♂ [alcohol], 15-16.iv.2013, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), • 8 ♀♂ [alcohol], 18-19.iv.2012, KB Angeli, LG Salinas, pensilvânia col. (UFVB), • 5 ♂♂ [alcohol], 21-22.xi.2012, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), • 5 ♀♂ [alcohol], 25-26.vii.2012, EA Raimundi, EM Rozario, KB Angeli, pensilvânia col. (UFVB), São Mateus, Estrada São Mateus-Boa Esperança, Sítio Santa Maria, 18°39'17.1"S, 39°59'36"W, • 1 ♂ [alcohol], 07-08.ix.2012, EA Raimundi, KB Angeli, pensilvânia col. (UFVB), São Mateus, Estrada São Mateus-Nova Venécia, Fazenda Liberdade, 18°39'2.2"S, 40°7'23.4"W, • 1 ♂ [alcohol], 08-09.ix.2012, EA Raimundi, KB Angeli, pensilvânia col. (UFVB), Sooretama, Rio São José, 19°07'33.1"S, 40°14'26.1"W, • 1 ♀ 1 ♂ [alcohol], 04.xi.2013, CEUNES, lençol col. (UFVB), • 6 ♀♀ 2 ♂♂ [alcohol], 06.iv.2017, CEUNES, lençol col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], 10.ix.2014, RP Constantino, pensilvânia col. (UFVB), • 1 ♀ 3 ♂♂ [alcohol], 12.vi.2018, CEUNES, lençol col. (UFVB), • 1 ♀ 14 ♂♂ [alcohol], • 1 ♂ [alcohol], • 1 ♂ [alcohol], 13.i.2015, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), • 1 ♀ [alcohol], • 1 ♂ [alcohol], 16.ii.2016, RP Constantino, pensilvânia col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], • 3 ♂♂ [alcohol], • 5 ♀♀ 1 ♂ [alcohol], • 8 ♂♂ [alcohol], 20.i.2015, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), • 1 ♀ 1 ♂ [alcohol], 20.vi.2012, CEUNES, luminosa col. (UFVB), • 3 ♂♂ [alcohol], 26.iii.2015, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), • 10 ♀♂ [alcohol], 28.i.2015, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), • 1 ♀ [alcohol], 30.v.2011, RP Constantino, pensilvânia col. (UFVB); **Minas Gerais:** Aimorés, Rio Doce, 19°26'03.80"S, 41°05'54.10"W, • 1 ♀ 2 ♂♂ [alcohol], 11.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), Aimorés, Rio Manhuaçu, 19°29'38.07"S, 41°16'31.73"W, • 67 ♀♂ [alcohol], 06-07.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB), Canaã, Rio Santana, Cachoeira Grande, 20°36'19.00"S, 42°36'13.00"W, • 4 ♂♂ [pinned], 25.x.2023, P Bonfá-Neto, ICH Cortes, RB Gastaldo, FF Salles, lençol col. (UFVB), • 9 ♀♂ [alcohol], 27.x.2020, FF Salles, P Bonfá-Neto, MC Gonçalves, lençol col. (UFVB), Guaraciaba, Rio Piranga, 20°32'46.30"S, 42°59'25.25"W, • 1 ♀ 2 ♂♂ [pinned], 30.ix.2024, FF Salles, C Nieto, ADL Viana, lençol col. (UFVB), Naque, Rio Doce, 19°15'05.56"S, 42°18'50.50"W, • 6 ♀♀ 6 ♂♂ [alcohol], 08-09.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB), Santo Antônio do Rio Abaixo, Rio Santo Antônio, 19°13'52.40"S, 43°12'54.80"W, • 2 ♀♀ [alcohol], 09-10.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB), • 8 ♂♂ [alcohol], 19-20.viii.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), Tumiritinga, Rio Doce, 18°58'07.56"S,

41°39'49.36"W, • 1 ♂ [alcohol], 06-07.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), • 2 ♂♂ [alcohol], 07-08.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB).

Diagnose. Esta espécie é similar a *Nectopsyche separata* (Banks, 1920) em coloração e principalmente pelas características da genitália masculina. Sendo diferenciada pelo padrão de coloração da cerdas das asas anteriores cobertas com cerdas brancas e com manchas escuras, especialmente ao longo das veias (Fig. 42A); mesotórax amplamente coberto por cerdas brancas elípticas e oblongas (Fig. 42B); asas anteriores sem manchas (Fig. 41); segmento X com ápice dorsalmente arredondado.



Figura 40 - *Nectopsyche fuscomaculata*, macho em álcool. **A**, cabeça e tórax, lateral; **B**, cabeça e tórax, dorsal.

Descrição suplementar. Macho adulto. Comprimento da asa anterior 8,4–10,5 mm (9,8 mm, $n = 10$). Cabeça e tórax (em álcool) amarelados a marrons, cabeça mais clara, tórax com mancha clara na região póstero-lateral do mesoescuto; cabeça com verrugas de cerdas grandes; mesoescuto com verrugas de cerdas dispersas em duas fileiras dupla-tripla com 25–26 cerdas pilosas; mesoescutelo com um par de verrugas de cerdas com 2–3 cerdas pilosas em cada par (Fig. 40A, B). Olhos compostos pequenos, largura aproximadamente $0.25\times$ a distância interocular em vista dorsal (Fig. 40B). Asa anterior de coloração hialina, sem manchas, de formato estreita; forquilha I e V presentes; célula discoidal fortemente deslocado distalmente ao início da célula tiridial; origem de célula tiridial proximal à junção das veias A1+2 com A3; forquilha V com bifurcação distal à metade da célula tiridial; veias cubitais que formam a célula tiridial e início da forquilha V com poucas cerdas pilosas as veias (Fig. 41). Asa posterior hialina, sem manchas, alargada na região anal; forquilha V presente (Fig. 41).



Figura 41 - *Nectopsyche fuscomaculata*, macho. Asas anteriores e posteriores em álcool.

Vestimenta. *Cabeça:* superfície dorsal da gena, vértex e fossa antenal densamente coberto por cerdas brancas elípticas a oblongas (Fig. 42C); escapo antenal, lateral e dorsal completamente

coberto por cerdas brancas oblongas; região anterior com cerdas brancas lineares longas (Fig. 42C). *Tórax*: mesonoto, região lateral e dorsal amplamente coberto por cerdas brancas elípticas e oblongas; região posterior com cerdas brancas elípticas estreitas; mesoescutelo com cerdas brancas elípticas a oblongas (Fig. 42C). *Asa anterior*: dorso, região basal coberto por cerdas brancas elípticas; região proximal com cerdas brancas elípticas estreitas e aciculares; região distal e apical com cerdas brancas aciculares e finas; manchas marrons e pontos pretos formados principalmente por cerdas elípticas estreitas a lineares e aciculares (Fig. 42A, B); margem posteroapical com cerdas brancas e marrons lineares longas (Fig. 42A).

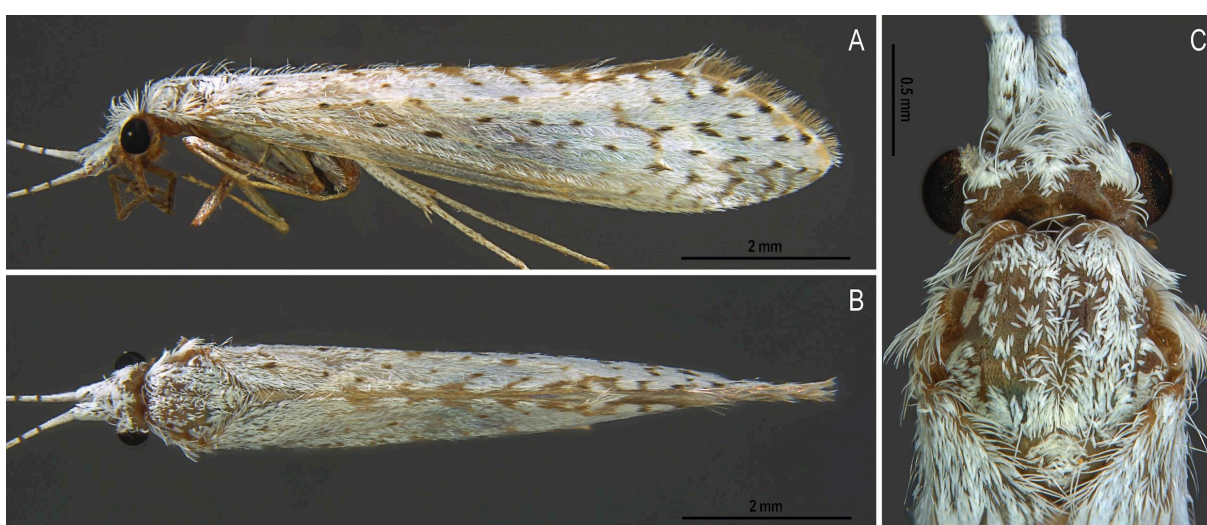


Figura 42 - *Nectopsyche fuscomaculata*, fêmea alfinetada. **A**, habitus, lateral; **B**, habitus, dorsal; **C**, cabeça e tórax, dorsal.

Genitália masculina. Segmento abdominal IX retangular estreito, cerca de 4× mais largo que longo, tergo projetado posteriormente, um par de pequenos acrotergitos ovais anteriores. Apêndice pré-anal longo, clavado, setoso, ápice arredondado a truncado em vista lateral. Segmento X, com processo lateral estreito, ápice afilado, dorsalmente arredondado. Apêndice inferior delgado, arqueado, ápice ligeiramente alargado, com projeção subapicomesal proeminente ultrapassando a margem dorsal do apêndice; lóbulo apicomesal amplo, arredondado com fenda de origem do lóbulo ligeiramente aberta; lóbulo basoventral digitiforme, setoso. Aparelho fállico com processo perifállico longo, curvado em S, ápice capitado; apódema fállico alargado, bulboso, semi-membranoso; falobase esclerotizada, espessa, curvada na porção basal, porção apical ligeiramente curvada; membranas endotecais eversíveis sem espinhos; esclerito falotremal em forma de U na vista dorsal.

***Nectopsyche separata* (Banks, 1920)**

(Figuras 43–45)

Distribuição. Argentina, Paraguai, Brasil: Espírito Santo (Alegre, Alfredo Chaves, Santa Teresa), Minas Gerais (Araponga, Canaã, Guaraciaba, Jaboticatubas), Paraná, Rio de Janeiro, Santa Catarina, São Paulo.

Material examinado. BRASIL: Espírito Santo: Alegre, Cachoeira do Firmino, 20°37'04.20"S, 41°37'29.20"W, • 2 ♂♂ [alcohol], 26-27.vi.2014, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), Alfredo Chaves, Matilde, cachoeira Águas de Pinon, rio Maravilha, 20°32'58.90"S, 40°51'18.80"W, • 1 ♂ [alcohol], 05-06.iv.2016, CEUNES, bandeja col. (UFVB), Santa Teresa, Augusto Ruschi Biological Reserve, córrego a montante, 19°52'30.00"S, 40°32'70.00"W, • 1 ♀ [alcohol], 21.ii.2018, CEUNES, lençol col. (UFVB), Santa Teresa, Nova Lombardia, Córrego do filtro (ponto C. Capixaba), 19° 52'30.9"S, 40° 32'7.4"W, • 2 ♂♂ [alcohol], 11-12.i.2016, bandeja col. (UFVB), Santa Teresa, Rebio Augusto Ruschi, 19°55'30.1"S, 40°33'21.9"W, • 2 ♂♂ [alcohol], 19.xi.2015, bandeja col. (UFVB), Santa Teresa, ReBio Augusto Ruschi, córrego da Estrada, 19°53'20.60"S, 40°32'41.50"W, • 1 ♂ [alcohol], 17-18.i.2018, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), • 3 ♀♀ [alcohol], 18-19.xi.2017, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], 28.xii.2017, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), Santa Teresa, ReBio Augusto Ruschi, córrego Roda d' água, 19°53'35.13"S, 40°32'39.71"W, • 1 ♂ [alcohol], 14-15.iv.2018, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), • 1 ♀ [alcohol], 17-18.i.2018, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), • 2 ♀♀ [alcohol], 20-21.iii.2018, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), • 1 ♀ [alcohol], 21.x-18.xi.2017, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, malaise col. (UFVB), • 1 ♀ [alcohol], 28.xii.2017, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB); **Minas Gerais:** Araponga, Fazenda do Remanso (seu Dico), gramado, 20°39'18.0"S, 42°27'12.0"W, • 1 ♂ [alcohol], 14-15.ii.2023, MLS Rippel, D Freitas, DA Costa, pensilvânia col. (UFVB), Araponga, Pousada Remanso (Seu Dico), 20°39'23.00"S, 42°27'15.00"W, • 8 ♀♀ [pinned], 20.xi.2023, DA Costa, G Pantoja, IF Amaral, ICH Cortes, lençol col. (UFVB), • 2 ♀♀ [alcohol], 20.xi.2023, DA Costa, G Pantoja, IF Amaral, ICH Cortes (UFVB), Canaã, Rio Santana, Cachoeira Grande, 20°36'19.00"S, 42°36'13.00"W, • 2 ♀♀ [pinned], 25.x.2023, P Bonfá-Neto, ICH Cortes, RB Gastaldo, FF Salles, lençol col. (UFVB), Guaraciaba, Rio

Piranga, 20°32'46.30"S, 42°59'25.25"W, • 1 ♀ 1 ♂ [alcohol], 11-12.viii.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, pensilvânia col. (UFVB), Jaboticatubas, PARNA Serra do Cipó, correço Indaiá, 19°15'33"S, 43°31'19.9"W, • 2 ♀♀ 7 ♂♂ [alcohol], 04-05.x.2022, MLS Rippel, ICH Cortes, P Bonfá-Neto, D Freitas, pensilvânia col. (UFVB).

Diagnose. Esta espécie é similar a *Nectopsyche fuscomaculata* Flint, 1983 em coloração e principalmente pelas características da genitália masculina. Sendo diferenciada pelo padrão de coloração da cerdas das asas anteriores marcada por faixas transversais de cerdas marrons e brancas, com pequenas manchas escuras sobre as veias longitudinais da porção apical e basal (Fig. 45A); mesotórax com faixa mediana de cerdas marrons aciculares (Fig. 45B); asas anteriores com manchas difusas na base da margem costal e sobre a célula discoidal (Fig. 44); segmento X com ápice dorsalmente agudo.

Descrição suplementar. Macho adulto. Comprimento da asa anterior 8,1–10,8 mm (9,3 mm, n = 10). Cabeça e tórax (em álcool) amarelados a marrons, cabeça mais clara, tórax com mancha escura suave na região póstero-medial e póstero-lateral do mesoescuto; cabeça com verrugas de cerdas grandes; mesoescuto com verrugas de cerdas dispersas em duas fileiras dupla-tripla com 24–26 cerdas pilosas; mesoescutelo com um par de verrugas de cerdas com 4–5 cerdas pilosas em cada par (Fig. 43A, B). Olhos compostos pequenos, largura aproximadamente 0.25× a distância interocular em vista dorsal (Fig. 43B). Asa anterior de coloração hialina, com manchas difusas na base da margem costal e sobre a célula discoidal, de formato estreita; forquilha I e V presentes; célula discoidal fortemente deslocado distalmente ao início da célula tiridial; origem de célula tiridial proximal à junção das veias A1+2 com A3; forquilha V com bifurcação distal à metade da célula tiridial; veias cubitais que formam a célula tiridial e início da forquilha V com poucas cerdas pilosas as veias (Fig. 44). Asa posterior hialina, sem manchas, alargada na região anal; forquilha V presente (Fig. 44).



Figura 43 - *Nectopsyche separata*, macho em álcool. **A**, cabeça e tórax, lateral; **B**, cabeça e tórax, dorsal.

Vestimenta. *Cabeça:* superfície dorsal da gena coberto por cerdas brancas elípticas a oblongas; vértex coberto parcialmente por cerdas brancas elípticas a oblongas; linha mediana com ausência de cerdas; fossa antenal coberto por cerdas brancas elípticas a oblongas (Fig. 45C); escapo antenal, lateral e dorsal completamente coberto por cerdas brancas elípticas a oblongas; região anterior com cerdas brancas lineares longas (Fig. 45C). *Tórax:* mesonoto, região lateral coberta por cerdas brancas elípticas e oblongas; região laterodorsal coberto por cerdas brancas elípticas; dorso com faixa mediana de cerdas marrons aciculares; mesoescutelo com cerdas marrons elípticas estreitas a aciculares (Fig. 45C). *Asa anterior:* dorso, coberto por faixas de cerdas marrons aciculares e finas; faixas de cerdas brancas, na região cúbito anal e basocostal oblongas a elípticas e elípticas estreitas, na região distal e apical aciculares e

finas; pontos pretos formados por cerdas elípticas estreitas a lineares e aciculares (Fig. 45A, B); margem posteroapical com cerdas marrons lineares longas (Fig. 45A).



Figura 44 - *Nectopsyche separata*, macho. Asas anteriores e posteriores em álcool.

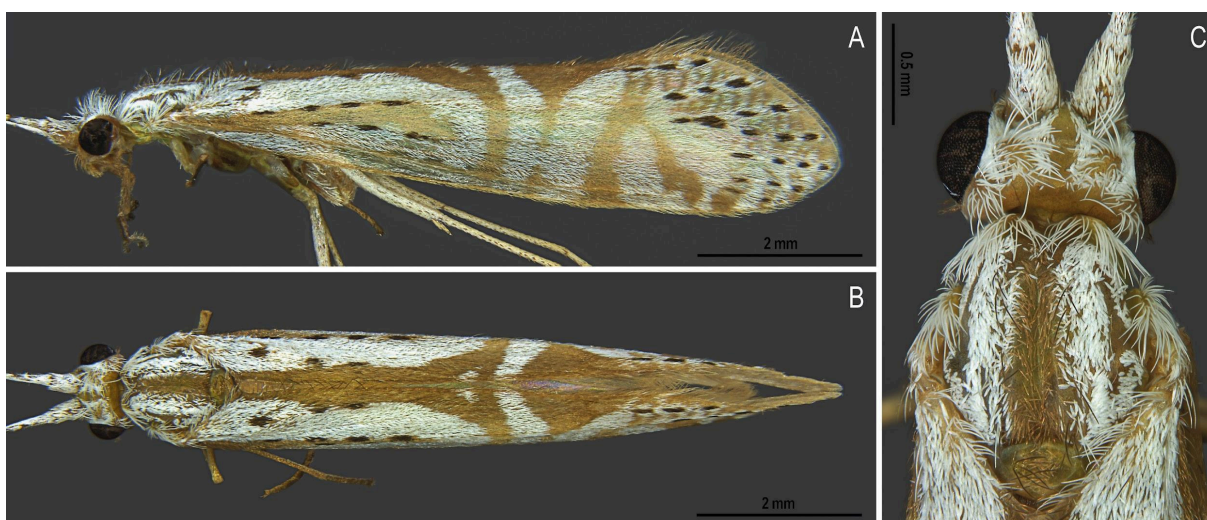


Figura 45 - *Nectopsyche separata*, fêmea alfinetada. **A**, habitus, lateral; **B**, habitus, dorsal; **C**, cabeça e tórax, dorsal.

Genitália masculina. Segmento abdominal IX retangular estreito, cerca de $3.5\times$ mais largo que longo, tergo projetado posteriormente, um par de pequenos acrotergitos ovais anteriores.

Apêndice pré-anal longo, clavado, setoso, ápice arredondado a truncado em vista lateral. Segmento X, com processo lateral estreito, ápice afilado, agudo. Apêndice inferior delgado, arqueado, afilando-se em direção ao ápice, com projeção subapícomesa discreta ultrapassando a margem dorsal do apêndice; lóbulo apícomesa amplo, arredondado com fenda de origem do lóbulo ligeiramente aberta; lóbulo basoventral digitiforme, setoso. Aparelho fático com processo perifático longo, curvado em S, ápice capitado; apódema fático alargado, bulboso, semi-membranoso; falobase esclerotizada, curvada na porção basal, porção apical ligeiramente curvada; membranas endotecais eversíveis sem espinhos; esclerito falotremal em forma de U na vista dorsal.

***Nectopsyche splendida* (Navás, 1917)**

(Figuras 46–48)

Distribuição. Argentina, Bolívia, Colômbia, Equador, Guiana, Paraguai, Peru, Venezuela, Brasil: Bahia, Espírito Santo (Baixo Guandu, Colatina, Linhares, Rio Bananal, São Mateus, Sooretama), Maranhão, Minas Gerais (Aimorés, Canaã, Naque, Periquito, Rio Doce, Tumiritinga), Paraná, Piauí, Roraima.

Material examinado. BRASIL: Espírito Santo: Baixo Guandu, Rio Doce, 19°30'23.00"S, 41°01'01.80"W, • 1 ♂ [alcohol], 06-07.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB), Baixo Guandu, Rio Guandu, 19°37'30.00"S, 41°01'07.80"W, • 1 ♂ [alcohol], 09-10.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), Colatina, Rio Doce, 19°32'14.00"S, 40°38'23.46"W, • 2 ♀♀ 2 ♂♂ [alcohol], 05-06.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB), Linhares, Ipiranga, Rio Doce, Fazenda forzza, 19°29'53.1"S, 40°16'40.9"W, • 2 ♂♂ [alcohol], 19-20.xi.2014, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), Linhares, Rio Doce, 19°26'06.40"S, 39°57'04.80"W, • 2 ♂♂ [alcohol], 13-14.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), São Mateus, Estrada São Mateus-Boa Esperança, Propriedade do Sr Fábio Gama, 18°37'41.1"S, 40°6'41.6"W, • 1 ♀ [alcohol], 05-06.ii.2013, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), São Mateus, Estrada São Mateus-Boa Esperança, Sítio Santa Maria, 18°39'17.1"S, 39°59'36"W, • 1 ♀ [alcohol], 13-14.vi.2012, EA Raimundi, EM Rozario, KB Angeli, pensilvânia col. (UFVB), Sooretama, Rio São José, 19°07'33.1"S, 40°14'26.1"W, • 3 ♀♀ [alcohol], 06.iv.2017, CEUNES, lençol col. (UFVB), • 1 ♀ [alcohol],

13.i.2015, RP Constantino, pensilvânia col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], • 1 ♂ [alcohol], 20.i.2015, RP Constantino, pensilvânia col. (UFVB); **Minas Gerais:** Aimorés, Rio Doce, 19°26'03.80"S, 41°05'54.10"W, • 2 ♀♀ [alcohol], 08-09.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), Aimorés, Rio Manhuaçu, 19°29'38.07"S, 41°16'31.73"W, • 25 ♀♂ [alcohol], 06-07.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB), Canaã, Rio Santana, Cachoeira Grande, 20°36'19.00"S, 42°36'13.00"W, • 13 ♀♀ 2 ♂♂ [pinned], 25.x.2023, P Bonfá-Neto, ICH Cortes, RB Gastaldo, FF Salles, lençol col. (UFVB), • 1 ♀ 4 ♂♂ [alcohol], • 70 ♀♀ [alcohol], 27.x.2020, FF Salles, P Bonfá-Neto, MC Gonçalves, lençol col. (UFVB), Naque, Rio Doce, 19°15'05.56"S, 42°18'50.50"W, • 2 ♀♀ [alcohol], 08-09.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB), Periquito, Rio Corrente, 19°00'21.10"S, 42°10'32.00"W, • 3 ♀♀ [alcohol], 04-05.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), Rio Doce, Reservatorio da UHE Risoleta Neves (Candongá), Rio Doce, 20°12'28.70"S, 42°52'34.80"W, • 2 ♀♀ [alcohol], 12-13.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB), Tumiritinga, Rio Doce, 18°58'07.56"S, 41°39'49.36"W, • 1 ♂ [alcohol], 07-08.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB).

Diagnose. Esta espécie lembra em coloração a *Nectopsyche aymore* Bonfá-Neto & Salles, 2023, e *N.* sp. 14. Sendo diferenciada pelo formato espatulada das cerdas escuras das asas anteriores (Fig. 48A); olhos compostos grandes (Fig. 46B); verrugas de cerdas do mesoescuto organizadas em fileiras únicas com aproximadamente 3 cerdas pilosas (Fig. 46B); célula discoidal fortemente deslocado distalmente ao início da célula tiridial (Fig. 47); segmento IX mais estreito em vista lateral, cerca de 3× mais largo que longo; segmento X espesso com ápice truncado; processo perifálico com ápice capitado; falobase espessa, curvada na porção basal.



Figura 46 - *Nectopsyche splendida*, macho em álcool. **A**, cabeça e tórax, lateral; **B**, cabeça e tórax, dorsal.

Descrição suplementar. Macho adulto. Comprimento da asa anterior 6,1–6,7 mm (6,5 mm, $n = 10$). Cabeça e tórax (em álcool) marrons quase pretos, uniforme, sem manchas; cabeça com verrugas de cerdas pequenas; mesoescuto com verrugas de cerdas dispersas em duas fileiras única com 3 cerdas pilosas; mesoescutelo com um par de verrugas de cerdas com 1 cerda pilosa em cada par (Fig. 46A, B). Olhos compostos grandes, largura aproximadamente $0.5\times$ a distância interocular em vista dorsal (Fig. 46B). Asa anterior de coloração hialina marrom escuro, sem manchas, de formato estreita; forquilhas I e V presentes; célula discoidal fortemente deslocado distalmente ao início da célula tiridial; origem de célula tiridial distal à junção das veias A1+2 com A3; forquilha V com bifurcação próxima a distal à metade da célula tiridial; veias cubitais que formam a célula tiridial e início da forquilha V com poucas

cerdas pilosas as veias (Fig. 47). Asa posterior hialina, sem manchas, estreita; forquilha V presente (Fig. 47).



Figura 47 - *Nectopsyche splendida*, macho. Asas anteriores e posteriores em álcool.

Vestimenta. *Cabeça:* superfície dorsal da gena, vértex e fossa antenal densamente coberto por cerdas prateadas iridescentes obovate a espatulado (Fig. 48C); escapo antenal, lateral e dorsal completamente coberto por cerdas prateadas iridescentes obovate a espatulado (Fig. 48C). *Tórax:* mesonoto, região lateral com cerdas pretas espatuladas; dorso densamente coberto por cerdas prateadas iridescentes obovate; mesoescutelo com cerdas prateadas iridescentes obovate (Fig. 48C). *Asa anterior:* dorso coberto por cerdas pretas espatuladas; bandas de cerdas prateadas iridescentes obovate; região stigmal com área triangular de cerdas amarelas espatuladas; (Fig. 48A, B); margem posteroapical com cerdas pretas e marrons lineares longas (Fig. 48A).

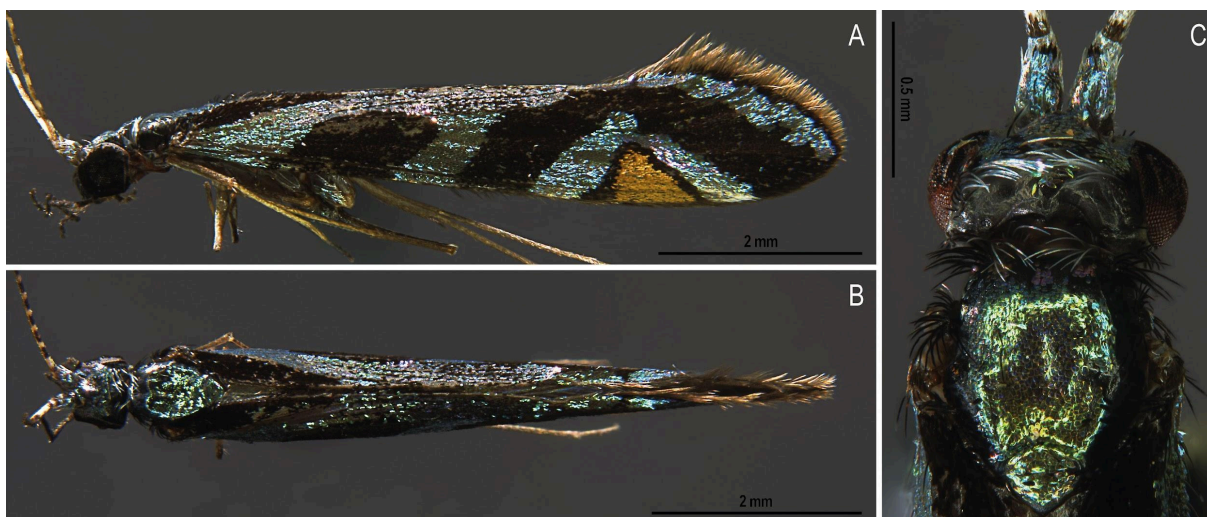


Figura 48 - *Nectopsyche splendida*, macho alfinetado. **A**, habitus, lateral; **B**, habitus, dorsal; **C**, cabeça e tórax, dorsal.

Genitália masculina. Segmento abdominal IX retangular estreito, cerca de 3× mais largo que longo, tergo projetado posteriormente, um par de pequenos acrotergitos ovais anteriores. Apêndice pré-anal longo, estreito, setoso, ápice arredondado em vista lateral. Segmento X, com processo lateral espesso, estreito, ápice truncado com cerdas espiniforme. Apêndice inferior delgado, reto, afinando-se em direção ao ápice, com projeção subapicomesal discreta atingindo a margem dorsal do apêndice; lóbulo apicomesal amplo, arredondado com fenda de origem do lóbulo ligeiramente aberta; lóbulo basoventral digitiforme, setoso. Aparelho fático com processo perifático longo, curvado em S, ápice capitado; apódema fático alargado, bulboso, semi-membranoso; falobase esclerotizada, espessa, curvada na porção basal, porção apical ligeiramente curvada; membranas endotecais eversíveis sem espinhos; esclerito falotremal em forma de U na vista dorsal.

***Nectopsyche* sp. 1**

(Figuras 49 e 50)

Distribuição. Brasil: Espírito Santo (Santa Teresa).

Material examinado. BRASIL: Espírito Santo: Santa Teresa, Augusto Ruschi Biological Reserve, córrego a montante, 19°52'30.00"S, 40°32'70.00"W, • 1 ♂ [alcohol], 21.ii.2018, CEUNES, lençol col. (UFVB), Santa Teresa, Rebio Augusto Ruschi, 19°55'30.1"S, 40°33'21.9"W, • 1 ♂ [alcohol], 19.xi.2015, bandeja col. (UFVB), Santa Teresa, Rebio

Augusto Ruschi - Cachoeirinha, 19°54'53.42"S, 40°33'40.36"W, • 1 ♂ [alcohol], 09.ii.2016, malaise col. (UFVB), Santa Teresa, ReBio Augusto Ruschi, córrego - Montante, 19°52'30"S, 40°32'7"W, • 1 ♂ [alcohol], 11.i.2016, malaise col. (UFVB), Santa Teresa, ReBio Augusto Ruschi, córrego da Estrada, 19°53'20.60"S, 40°32'41.50"W, • 1 ♂ [alcohol], • 1 ♂ [alcohol], 17-18.i.2018, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], 18-19.xi.2017, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], 20-21.ii.2018, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), • 2 ♂♂ [alcohol], 20-21.iii.2018, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], 28.xii.2017, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), • 2 ♂♂ [alcohol], 28-29.iv.2017, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), • 2 ♂♂ [alcohol], 30.ix-01.x.2017, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), Santa Teresa, ReBio Augusto Ruschi, córrego do Bragacho, 19°52'2.53"S, 40°33'34.27"W, • 1 ♂ [alcohol], 15.iv.2018, CEUNES, lençol col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], 20-21.ii.2018, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), • 2 ♀♀ 1 ♂ [alcohol], 24.viii.2017, CEUNES, lençol col. (UFVB), • 3 ♂♂ [alcohol], 28.xii.2017, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), Santa Teresa, ReBio Augusto Ruschi, córrego Roda d' água, 19°53'35.13"S, 40°32'39.71"W, • 2 ♂♂ [alcohol], 17-18.i.2018, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], 18.xi-19.xii.2017, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, malaise col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], 18-19.xi.2017, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], 20-21.ii.2018, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], 21.x-18.xi.2017, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, malaise col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], 28.iv-27.v.2017, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, malaise col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], 30.ix-01.x.2017, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB).

Diagnose. Esta espécie possui a genitália masculina similar a de *Nectopsyche pantosticta*, Flint, 1983. Diferenciada pelas verrugas de cerdas do mesoescuto organizadas em fileiras duplas a triplas com aproximadamente 18–20 cerdas pilosas (Fig. 49B); segmento X com ápice curvado dorsalmente; e apêndice inferior afilando-se em direção ao ápice.



Figura 49 - *Nectopsyche* sp. 1, macho em álcool. **A**, cabeça e tórax, lateral; **B**, cabeça e tórax, dorsal.

Descrição. Macho adulto. Comprimento da asa anterior 7,4–8,3 mm (7,8 mm, n = 10). Cabeça e tórax (em álcool) amarelados pálidos a amarelados, uniforme, sem manchas; cabeça com verrugas de cerdas grandes; mesoescuto com verrugas de cerdas dispersas em duas fileiras dupla-tripla com 18–20 cerdas pilosas; mesoescutelo com um par de verrugas de cerdas com 1 cerda pilosa em cada par (Fig. 49A, B). Olhos compostos pequenos, largura aproximadamente $0.3\times$ a distância interocular em vista dorsal (Fig. 49B). Asa anterior de coloração hialina levemente amarelada, sem manchas, de formato estreita; forquilha I e V presentes; célula discoidal levemente distalmente ao início da célula tiridial; origem de célula tiridial proximal à junção das veias A1+2 com A3; forquilha V com bifurcação distal à metade da célula tiridial; veias cubitais que formam a célula tiridial e início da forquilha V

com poucas cerdas pilosas as veias (Fig. 50). Asa posterior hialina, sem manchas, estreita; forquilha V presente (Fig. 50).



Figura 50 - *Nectopsyche* sp. 1, macho. Asas anteriores e posteriores em álcool.

Genitália masculina. Segmento abdominal IX retangular estreito, cerca de 3× mais largo que longo, tergo projetado posteriormente, um par de pequenos acrotergitos ovais anteriores. Apêndice pré-anal longo, clavado, setoso, ápice arredondado em vista lateral. Segmento X, com processo lateral estreito, ápice afilado, curvado dorsalmente. Apêndice inferior delgado, reto, afilando-se em direção ao ápice, com projeção subapicomesal reduzida não ultrapassando a margem dorsal do apêndice; lóbulo apicomesal amplo, arredondado com fenda de origem do lóbulo ligeiramente aberta; lóbulo basoventral digitiforme, setoso. Aparelho fállico com processo perifállico longo, curvado em S, ápice capitado; apódema fállico alargado, bulboso, semi-membranoso; falobase esclerotizada, curvada na porção basal, porção apical ligeiramente curvada; membranas endotecais eversíveis sem espinhos; esclerito falotremal em forma de U na vista dorsal.

***Nectopsyche* sp. 2**

(Figuras 51 e 52)

Distribuição. Brasil: Espírito Santo (Santa Teresa), Minas Gerais (Araponga).

Material examinado. BRASIL: Espírito Santo: Santa Teresa, ReBio Augusto Ruschi, córrego da Estrada, 19°53'20.60"S, 40°32'41.50"W, • 2 ♂♂ [alcohol], 14-15.iv.2018, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], 17-18.i.2018, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), Santa Teresa, ReBio Augusto Ruschi, córrego do Bragacho, 19°52'2.53"S, 40°33'34.27"W, • 1 ♂ [alcohol], 14-15.iv.2018, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], 18.xi-19.xii.2017, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, malaise col. (UFVB), • 2 ♂♂ [alcohol], 18-19.xi.2017, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], 20-21.ii.2018, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], 20-21.iii.2018, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], 21.x-18.xi.2017, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, malaise col. (UFVB), • 2 ♂♂ [alcohol], 21-22.x.2017, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], 30.ix-21.x.2017, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, malaise col. (UFVB), Santa Teresa, ReBio Augusto Ruschi, córrego Roda d' água, 19°53'35.13"S, 40°32'39.71"W, • 1 ♂ [alcohol], 20-21.ii.2018, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], 20-21.iii.2018, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], 21-22.x.2017, FF Salles, V Costa, P Bonfá-Neto, bandeja col. (UFVB), Santa Teresa, ReBio Augusto Ruschi, Nova Lombardia, Córrego do Filtro (ponto C. Capixaba), 19°52'30.90"S, 40°32'07.40"W, • 1 ♂ [alcohol], 21.v.2016, CEUNES, bandeja col. (UFVB); **Minas Gerais:** Araponga, Pousada Fazenda do Remanso, Córrego antes da piscina, 20°39'16.0"S, 42°27'13.0"W, • 4 ♂♂ [alcohol], 17.xi.2021, P Bonfá-Neto, MC Gonçalves, RMC Velásquez, PH Rezende, lençol col. (UFVB), Araponga, Pousada Fazenda do Remanso, gramado de baixo, 20°39'18.00"S, 42°27'12.00"W, • 2 ♂♂ [alcohol], 15-16.ii.2023, MLS Rippel, D Freitas, DA Costa, pensilvânia col. (UFVB).

Diagnose. Esta espécie possui genitália masculina similar a de *Nectopsyche pantosticta* Flint, 1983 e *N. sp. 1*. Diferenciada pelas verrugas de cerdas do mesoesquito organizadas em fileiras

duplas a triplas com aproximadamente 16–17 cerdas pilosas (Fig. 51B); segmento X com ápice reto; falobase curvada em S na porção basal.



Figura 51 - *Nectopsyche* sp. 2, macho em álcool. **A**, cabeça e tórax, lateral; **B**, cabeça e tórax, dorsal.

Descrição. Macho adulto. Comprimento da asa anterior 7,7–8,9 mm (8,3 mm, n = 10). Cabeça e tórax (em álcool) amarelados pálidos a amarelados, uniforme, sem manchas; cabeça com verrugas de cerdas grandes; mesoescuto com verrugas de cerdas dispersas em duas fileiras dupla-tripla com 16–17 cerdas pilosas; mesoescutelo com um par de verrugas de cerdas com 1 cerda pilosa em cada par (Fig. 51A, B). Olhos compostos pequenos, largura aproximadamente 0.3× a distância interocular em vista dorsal (Fig. 51B). Asa anterior de coloração hialina levemente amarelada, sem manchas, de formato estreita; forquilhas I e V

presentes; célula discoidal levemente distalmente ao início da célula tiridial; origem de célula tiridial proximal à junção das veias A1+2 com A3; forquilha V com bifurcação distal à metade da célula tiridial; veias cubitais que formam a célula tiridial e início da forquilha V com poucas cerdas pilosas as veias (Fig. 52). Asa posterior hialina, sem manchas, estreita; forquilha V presente (Fig. 52).



Figura 52 - *Nectopsyche* sp. 2, macho. Asas anteriores e posteriores em álcool.

Genitália masculina. Segmento abdominal IX retangular estreito, cerca de 3× mais largo que longo, tergo projetado posteriormente, um par de pequenos acrotergitos ovais anteriores. Apêndice pré-anal longo, clavado, setoso, ápice arredondado em vista lateral. Segmento X, com processo lateral estreito, ápice afilado. Apêndice inferior delgado, arqueado, ápice alargado, com projeção subapicomesal reduzida não ultrapassando a margem dorsal do apêndice; lóbulo apicomesal amplo, arredondado com fenda de origem do lóbulo ligeiramente aberta; lóbulo basoventral digitiforme, setoso. Aparelho fállico com processo perifállico longo, curvado em S, ápice capitado; apódema fállico alargado, bulboso, semi-membranoso; falobase esclerotizada, curvada em S na porção basal, porção apical ligeiramente curvada; membranas endotecais eversíveis sem espinhos; esclerito falotremal em forma de U na vista dorsal.

***Nectopsyche* sp. 4**

(Figuras 53–54)

Distribuição. Brasil: Espírito Santo (Santa Teresa).

Material examinado. BRASIL: Espírito Santo: Santa Teresa, Rebio Augusto Ruschi, 19°55'30.1"S, 40°33'21.9"W, • 1 ♂ [alcohol], 19.xi.2015, bandeja col. (UFVB).

Diagnose. Esta espécie possui a genitália masculina similar a de *Nectopsyche separata* (Banks, 1920). Diferenciada pelas verrugas de cerdas do mesoescuto organizados em fileiras unicas com aproximadamente 12–13 cerdas pilosas (Fig. 53B); formato da asa posterior com porção anal mais estreita (Fig. 54); apêndice inferior com projeção subapicomésal discreta, atingindo a margem dorsal; e lóbulo basoventral reduzido.

Descrição. Macho adulto. Comprimento da asa anterior 7,4 mm (7,4 mm, n = 1). Cabeça e tórax (em álcool) amarelados, cabeça mais clara, com mancha escura na região póstero-lateral, tórax uniforme, sem manchas; cabeça com verrugas de cerdas grandes; mesoescuto com verrugas de cerdas dispersas em duas fileiras única com 12–13 cerdas pilosas; mesoescutelo com um par de verrugas de cerdas com 3–4 cerdas pilosas em cada par (Fig. 53A, B). Olhos compostos pequenos a médio, largura aproximadamente 0.31× a distância interocular em vista dorsal (Fig. 53B). Asa anterior de coloração hialina, com mancha na margem costal, de formato estreita; forquilha I e V presentes; célula discoidal fortemente deslocado distalmente ao início da célula tiridial; origem de célula tiridial proximal à junção das veias A1+2 com A3; forquilha V com bifurcação distal à metade da célula tiridial; veias cubitais que formam a célula tiridial e início da forquilha V com poucas cerdas pilosas as veias (Fig. 54). Asa posterior hialina, sem manchas, estreita; forquilha V presente (Fig. 54).



Figura 53 - *Nectopsyche* sp. 4, macho em álcool. **A**, cabeça e tórax, lateral; **B**, cabeça e tórax, dorsal.

Genitália masculina. Segmento abdominal IX retangular estreito, cerca de 3.5× mais largo que longo, tergo projetado posteriormente, um par de pequenos acrotergitos ovais anteriores. Apêndice pré-anal longo, levemente clavado, setoso, ápice arredondado em vista lateral. Segmento X, com processo lateral estreito, ápice afilado. Apêndice inferior delgado, arqueado, afinando-se em direção ao ápice, com projeção subapicomesal discreta atingindo a margem dorsal do apêndice; lóbulo apicomesal amplo, arredondado com fenda de origem do lóbulo ligeiramente aberta; lóbulo basoventral reduzido. Aparelho fático com processo perifático longo, curvado em S, ápice capitado; apódema fático alargado, bulboso, semi-membranoso; falobase esclerotizada, curvada na porção basal, porção apical ligeiramente curvada; membranas endotecais eversíveis sem espinhos; esclerito falotremal em forma de U na vista dorsal.



Figura 54 - *Nectopsyche* sp. 4, macho. Asas anteriores e posteriores em álcool.

***Nectopsyche* sp. 14**

(Figuras 55–57)

Distribuição. Brasil: Minas Gerais (Aimorés, Barra do Cuieté, Barra Longa, Canaã, Ferros, Guaraciaba, Jaguarauçu, Jequiri, Matias Lobato, Naque, Periquito, Pingo D'agua, Raul Soares, Rio Doce, São José do Goiabal, Tumiritinga).

Material examinado. BRASIL: Minas Gerais: Aimorés, Rio Manhuaçu, 19°29'38.07"S, 41°16'31.73"W, • 60 ♀♂ [alcohol], 06-07.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB), • 1 ♀ [alcohol], 10-11.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), Barra do Cuieté, Rio Caratinga, 19°03'49.90"S, 41°31'50.20"W, • 3 ♀♀ 1 ♂ [alcohol], 06-07.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), Barra Longa, Rio do Carmo, 20°16'50.90"S, 43°02'26.80"W, • 1 ♀ [alcohol], 02-03.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto,

AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), Canaã, Rio Santana, Cachoeira Grande, 20°36'19.00"S, 42°36'13.00"W, • 1 ♂ [pinned], 25.x.2023, P Bonfá-Neto, ICH Cortes, RB Gastaldo, FF Salles, lençol col. (UFVB), Ferros, Rio Santo Antônio, 19°14'55.40"S, 42°56'27.40"W, • 4 ♂♂ [alcohol], 20-21.viii.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), Guaraciaba, Rio Piranga, 20°32'46.30"S, 42°59'25.25"W, • 2 ♀♀ 1 ♂ [alcohol], 14-15.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB), • 1 ♀ [pinned], 30.ix.2024, FF Salles, C Nieto, ADL Viana, lençol col. (UFVB), Jaguarapu, Rio Piracicaba, 19°37'01.00"S, 42°46'46.50"W, • 314 ♀♂ [alcohol], 11-12.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB), Jequiri, Rio Casca, 20°28'55.70"S, 42°40'31.80"W, • 1 ♀ [alcohol], 12-13.viii.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, MCD Correia, pensilvânia col. (UFVB), Matias Lobato, Rio Suaçuí Grande, 18°34'23.50"S, 41°56'52.30"W, • 1 ♀ [alcohol], 05-06.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), • 6 ♂♂ [alcohol], 12-13.iv.2023, pensilvânia col. (UFVB), Naque, Rio Doce, 19°15'05.56"S, 42°18'50.50"W, • 18 ♀♀ 13 ♂♂ [alcohol], 03-04.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), • 1 ♀ 1 ♂ [alcohol], • 30 ♀♂ [alcohol], 08-09.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB), Naque, Rio Santo Antônio, 19°14'04.10"S, 42°20'24.80"W, • 2 ♀♀ 1 ♂ [alcohol], 03-04.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), Periquito, Rio Corrente, 19°00'21.10"S, 42°10'32.00"W, • 8 ♀♀ 2 ♂♂ [alcohol], 04-05.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), Pingo D'agua, PERD, Rio Doce, 19°44'56.80"S, 42°28'42.30"W, • 25 ♀♂ [alcohol], 07.ii.2022, ADL Viana, N Kroth, pensilvânia col. (UFVB), Raul Soares, Rio Matipó, 19°54'58.06"S, 42°32'26.64"W, • 1 ♂ [alcohol], 16-17.viii.2022, ADL Viana, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), Rio Doce, Reservatorio da UHE Risoleta Neves (Candongia), Rio Doce, 20°12'28.70"S, 42°52'34.80"W, • 16 ♀♀ 1 ♂ [alcohol], 10-11.viii.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, pensilvânia col. (UFVB), • 215 ♀♂ [alcohol], 12-13.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB), Rio Doce, Rio Carmo, 20°16'47.40"S, 42°55'29.50"W, • 1 ♀ [alcohol], 09-10.viii.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, pensilvânia col. (UFVB), Rio Doce, Rio Doce, 20°16'30.70"S, 42°54'49.60"W, • 20 ♀♀ 1 ♂ [alcohol], 09-10.viii.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, pensilvânia col. (UFVB), Rio Doce, Rio Doce, 20°11'47.20"S, 42°51'07.20"W, • 3 ♀♀ [alcohol], 10-11.viii.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, pensilvânia col. (UFVB), Rio Doce, Rio Piranga, 20°19'45.20"S, 42°53'55.00"W, • 1 ♀ [alcohol], 10-11.viii.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, pensilvânia col. (UFVB), São

José do Goiabal, Rio Casca, 20°02'56.40"S, 42°38'40.80"W, • 3 ♀♀ [alcohol], 13-14.viii.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, MCD Correia, pensilvânia col. (UFVB), São José do Goiabal, Rio Doce, 20°00'52.70"S, 42°44'40.10"W, • 139 ♀♂ [alcohol], 12-13.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB), • 3 ♀♀ [alcohol], 13-14.viii.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, MCD Correia, pensilvânia col. (UFVB), • 1 ♂ [pinned], 30.i.2024, lençol col. (UFVB), Tumiritinga, Rio Doce, 18°58'07.56"S, 41°39'49.36"W, • 13 ♀♀ 3 ♂♂ [alcohol], 07-08.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB).

Diagnose. Esta espécie é morfologicamente quase idêntica a *Nectopsyche aymore* Bonfá-Neto & Salles, 2023, diferenciando-se por uma única característica diagnóstica conhecida até o momento: a porção apical da falobase côncava. Essa modificação restringe a flexibilidade da falobase, impedindo sua extensão sob tensão, característica observada em *N. aymore*, conforme descrito por Bonfá-Neto & Salles (2023).

Descrição. Macho adulto. Comprimento da asa anterior 6,4–7,7 mm (7,2 mm, n = 10). Cabeça e tórax (em álcool) marrons quase pretos, uniforme, sem manchas; cabeça com verrugas de cerdas anterior e posterior pequenas; mesoescuto com verrugas de cerdas dispersas em duas fileiras única com 5–6 cerdas pilosas; mesoescutelo com um par de verrugas de cerdas com 1 cerda pilosa em cada par (Fig. 55A, B). Olhos compostos pequenos, largura aproximadamente 0.3× a distância interocular em vista dorsal (Fig. 55B). Asa anterior de coloração hialina marrom escuro, sem manchas, de formato estreita; forquilha I e V presentes; célula discoidal próxima a ligeiramente distal ao início da célula tiridial; origem de célula tiridial distal à junção das veias A1+2 com A3; forquilha V com bifurcação próxima a distal à metade da célula tiridial; veias cubitais que formam a célula tiridial e início da forquilha V com poucas cerdas pilosas as veias (Fig. 56). Asa posterior hialina, sem manchas, estreita; forquilha V presente (Fig. 56). **Vestimenta.** *Cabeça:* superfície dorsal da gena e vértex amplamente coberto por cerdas prateadas iridescentes obovate levemente subspatuladas; fossa antenal lisa e rodeada pelas cerdas prateadas iridescentes (Fig. 57C); escapo antenal, dorso coberto por cerdas brancas obovate levemente subspatuladas e subspatuladas; duas pequenas manchas dorsolateral de cerdas marrons subspatuladas; região anterior com cerdas brancas lineares longas (Fig. 57C). *Tórax:* mesonoto, região lateral e dorsal coberto por cerdas prateadas iridescentes obovate; mesoescutelo com cerdas prateadas iridescentes obovate (Fig. 57C). *Asa anterior:* dorso coberto por cerdas pretas lineares; três

bandas verticais formadas por duas faixas irregulares de cerdas prateadas iridescentes obovate; uma faixa horizontal estendendo-se da região anal à região apical de cerdas prateadas iridescentes obovate (Fig. 57A, B); margem posteroapical com cerdas pretas e marrons lineares longas (Fig. 57A).



Figura 55 - *Nectopsyche* sp. 14, macho em álcool. **A**, cabeça e tórax, lateral; **B**, cabeça e tórax, dorsal.

Genitália masculina. Segmento abdominal IX retangular largo, cerca de 1.5× mais largo que longo, tergo projetado posteriormente, um par de pequenos acrotergitos ovais anteriores. Apêndice pré-anal curto, estreito, setoso, ápice arredondado em vista lateral. Segmento X, com processo lateral fino, muito estreito, ápice agudo com cerdas espiniforme. Apêndice inferior delgado, reto, afinando-se em direção ao ápice, com projeção subapicomesal reduzida

não ultrapassando a margem dorsal do apêndice; lóbulo apicomesal ligeiramente estreito, arredondado com fenda de origem do lóbulo aberta; lóbulo basoventral digitiforme, setoso. Aparelho fállico com processo perifállico longo, fino, ligeiramente curvado em S, ápice agudo; apódema fállico alargado, bulboso, semi-membranoso; falobase esclerotizada, fortemente curvada na porção médio-basal, porção apical côncava; membranas endotecais eversíveis com espinhos; esclerito falotremal em forma de U na vista dorsal.



Figura 56 - *Nectopsyche* sp. 14, macho. Asas anteriores e posteriores em álcool.

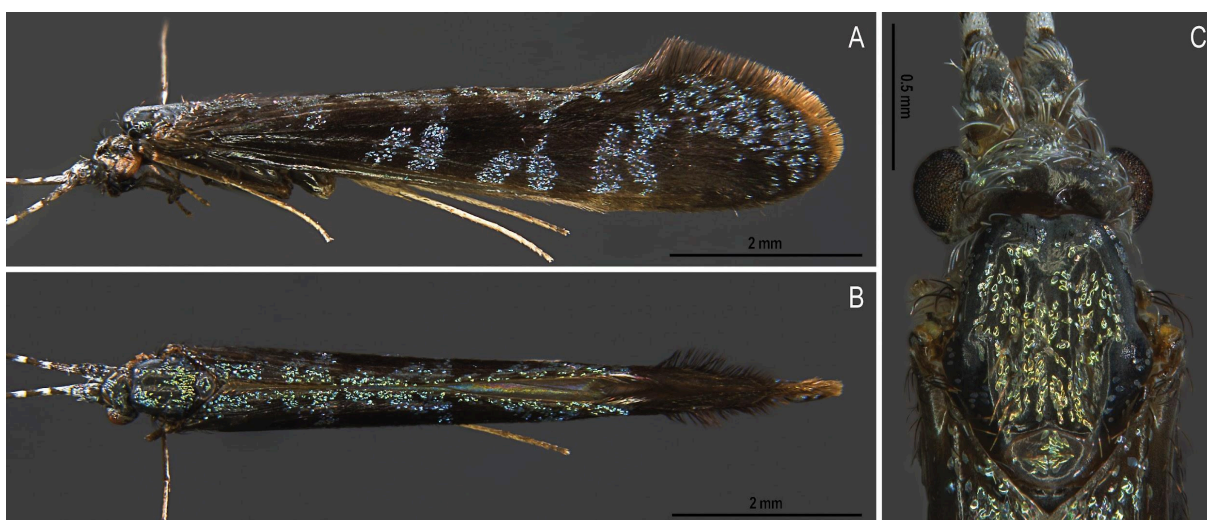


Figura 57 - *Nectopsyche* sp. 14, macho alfinetado. **A**, habitus, lateral; **B**, habitus, dorsal; **C**, cabeça e tórax, dorsal.

***Nectopsyche* sp. 15**

(Figuras 58 e 59)

Distribuição. Argentina, Paraguai, Brasil: Minas Gerais (Jaboticatubas), Paraná, Rio de Janeiro.

Material examinado. BRASIL: Minas Gerais: Jaboticatubas, PARNA Serra do Cipó, correjo das Pedras, 19°20'55.3"S, 43°36'20.7"W, • 1 ♂ [alcohol], 03-04.x.2022, MLS Rippel, ICH Cortes, P Bonfá-Neto, D Freitas, pensilvânia col. (UFVB).

Diagnose. Esta espécie possui a genitália muito similar a de *Nectopsyche bruchi* (Navás, 1920), não tendo diferenças notáveis entre elas, e ambas similares a *Nectopsyche brunneofascia* Flint, 1983 pelas características gerais do grupo e pelo apêndice inferior mais robusto. A identificação desta espécie foi dificultada pela falta da vestimenta preservada, no entanto, possivelmente pelas características da genitália masculina, este indivíduo pertence a *Nectopsyche bruchi* (Navás, 1920), mas ainda precisa ser confirmada.

Descrição suplementar. Macho adulto. Comprimento da asa anterior 9,1 mm (9,1 mm, n = 1). Cabeça e tórax (em álcool) amarelados a marrons, cabeça mais clara, tórax com mancha escura na região póstero-lateral do mesoescuto; cabeça com verrugas de cerdas grandes; mesoescuto com verrugas de cerdas dispersas em duas fileiras dupla com 18–19 cerdas pilosas; mesoescutelo com um par de verrugas de cerdas com 2–3 cerdas pilosas em cada par (Fig. 58A, B). Olhos compostos muito pequenos, largura aproximadamente 0.22× a distância interocular em vista dorsal (Fig. 58B). Asa anterior de coloração hialina, com manchas difusas na base da margem costal e sobre a célula discoidal, de formato estreita; forquilhas I e V presentes; célula discoidal fortemente deslocado distalmente ao início da célula tiridial; origem de célula tiridial proximal à junção das veias A1+2 com A3; forquilha V com bifurcação distal à metade da célula tiridial; veias cubitais que formam a célula tiridial e início da forquilha V com poucas cerdas pilosas as veias (Fig. 59). Asa posterior hialina, sem manchas, moderadamente alargada na região anal; forquilha V presente (Fig. 59).



Figura 58 - *Nectopsyche* sp. 15, macho em álcool. **A**, cabeça e tórax, lateral; **B**, cabeça e tórax, dorsal.

Genitália masculina. Segmento abdominal IX retangular estreito, cerca de 3× mais largo que longo, tergo projetado posteriormente, um par de pequenos acrotergitos ovais anteriores. Apêndice pré-anal longo, clavado, setoso, ápice arredondado a truncado em vista lateral. Segmento X, com processo lateral fino, estreito, ápice afilado, agudo. Apêndice inferior robusto, levemente arqueado, ápice truncado, com projeção subapicomésal discreta ultrapassando a margem dorsal do apêndice; lóbulo apicomésal amplo, arredondado com fenda de origem do lóbulo ligeiramente aberta; lóbulo basoventral digitiforme, setoso. Aparelho fállico com processo perifállico longo, curvado em S, ápice capitado; apódema fállico alargado, bulboso, semi-membranoso; falobase esclerotizada, curvada na porção basal, porção

apical ligeiramente curvada; membranas endotecais eversíveis sem espinhos; esclerito falotremal em forma de U na vista dorsal.



Figura 59 - *Nectopsyche* sp. 15, macho. Asas anteriores e posteriores em álcool.

***Nectopsyche* sp. 16**

(Figuras 60 e 61)

Distribuição. Argentina, Brasil: Minas Gerais (Jaboticatubas), Rio de Janeiro, Santa Catarina, São Paulo.

Material examinado. BRASIL: Minas Gerais: Jaboticatubas, PARNA Serra do Cipó, correjo Indaiá, 19°15'33"S, 43°31'19.9"W, 1♂ [alcohol], 04-05.x.2022, MLS Rippel, ICH Cortes, P Bonfá-Neto, D Freitas col., Pensilvânia (UFVB).

Diagnose. Esta espécie possui a genitália muito similar a de *Nectopsyche brunneofascia* Flint, 1983, não tendo diferenças notáveis entre elas, e ambas similares a *Nectopsyche bruchi* (Navás, 1920) pelas características gerais do grupo e pelo apêndice inferior mais robusto. A

identificação desta espécie foi dificultada pela falta da vestimenta preservada, no entanto, possivelmente pelas características da genitália masculina, este indivíduo pertence a *Nectopsyche brunneofascia* Flint, 1983, mas ainda precisa ser confirmada.



Figura 60 - *Nectopsyche* sp. 16, macho em álcool. **A**, cabeça e tórax, lateral; **B**, cabeça e tórax, dorsal.

Descrição suplementar. Macho adulto. Comprimento da asa anterior 9,3 mm (9,3 mm, n = 1). Cabeça e tórax (em álcool) amarelados a marrons, com mancha escura na região póstero-lateral do mesoescuto; cabeça com verrugas de cerdas grandes; mesoescuto com verrugas de cerdas dispersas em duas fileiras única com 13–15 cerdas pilosas; mesoescutelo com um par de verrugas de cerdas com 3–5 cerdas pilosas em cada par (Fig. 60A, B). Olhos compostos pequenos, largura aproximadamente 0.25× a distância interocular em vista dorsal

(Fig. 60B). Asa anterior de coloração hialina marrom claro, sem manchas, de formato estreita; forquilha I e V presentes; célula discoidal fortemente deslocado distalmente ao início da célula tiridial; origem de célula tiridial proximal à junção das veias A1+2 com A3; forquilha V com bifurcação distal à metade da célula tiridial; veias cubitais que formam a célula tiridial e início da forquilha V com poucas cerdas pilosas as veias (Fig. 61). Asa posterior hialina, sem manchas, moderadamente alargada na região anal; forquilha V presente (Fig. 61).



Figura 61 - *Nectopsyche* sp. 16, macho. Asas anteriores e posteriores em álcool.

Genitália masculina. Segmento abdominal IX retangular estreito, cerca de 4× mais largo que longo, tergo projetado posteriormente, um par de pequenos acrotergitos ovais anteriores. Apêndice pré-anal longo, clavado, setoso, ápice arredondado a truncado em vista lateral. Segmento X, com processo lateral estreito, ápice dorsalmente truncado. Apêndice inferior delgado, arqueado, afinando-se em direção ao ápice, com projeção subapicomésal discreta ultrapassando a margem dorsal do apêndice; lóbulo apicomésal amplo, arredondado com fenda de origem do lóbulo ligeiramente aberta; lóbulo basoventral digitiforme, setoso. Aparelho fállico com processo perifállico longo, curvado em S, ápice capitado; apódema fállico alargado, bulboso, semi-membranoso; falobase esclerotizada, curvada na porção basal, porção

apical ligeiramente curvada; membranas endotecais eversíveis sem espinhos; esclerito falotremal em forma de U na vista dorsal.

***Nectopsyche* sp. 17**

(Figuras 62–64)

Distribuição. Argentina, Brasil: Espírito Santo (Dores do Rio Preto, Ibitirama), Minas Gerais (Araponga), Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, São Paulo.

Material examinado. BRASIL: Espírito Santo: Dores do Rio Preto, Parque Nacional do Caparaó, Cachoeira dos Cariocas, 20°30'23.0"S, 41°48'29.0"W, • 1 ♀ [pinned], 24.viii.2024, ICH Cortes, P Bonfã-Neto, MLS RippeLET Cifuentes, lençol col. (UFVB), Ibitirama, Parna Caparaó, Santa Marta - Base, 20° 29' 51.3"S, 41° 43'45.9"W, • 1 ♂ [alcohol], 17-18.ii.2018, luminosa col. (UFVB); **Minas Gerais:** Araponga, Pousada Remanso (Seu Dico), 20°39'23.00"S, 42°27'15.00"W, • 4 ♀♀ 2 ♂♂ [pinned], 20.xi.2023, DA Costa, G Pantoja, IF Amaral, ICH Cortes, lençol col. (UFVB), Araponga, Pousada Remanso (Seu Dico), Cachoeira Barrypenthus, 20°39'28.00"S, 42°27'05.00"W, • 1 ♂ [alcohol], 27.x.2019 (UFVB).

Diagnose. Esta espécie é muito similar a *Nectopsyche pantosticta* Flint, 1983, tanto na vestimenta e na morfologia da genitália masculina, possivelmente sendo esta espécie. Contudo, devido ao escurecimento de algumas cerdas da vestimenta, formando manchas marrons entre os pontos escuros, sendo assim, por cautela, não é confirmada a identificação. Possui similaridade com *Nectopsyche muelleri* (Ulmer, 1905) em coloração das vestimentas das asas anteriores (Fig. 64A) e com *N. sp. 1* e *N. sp. 2* pelas características gerais da genitália masculina. Sendo diferenciada dessas pelo padrão de coloração da cerdas das asas anteriores cobertas com cerdas amareladas com pequenas manchas pontuais dispostas diretamente sobre as veias (Fig. 64A); verrugas de cerdas do mesoescuto organizadas em fileiras triplas com aproximadamente 27–29 cerdas pilosas (Fig. 62B); asa posterior alargada na região anal (Fig. 63); apêndice inferior com ápice alargado.



Figura 62 - *Nectopsyche* sp. 17, macho em álcool. **A**, cabeça e tórax, lateral; **B**, cabeça e tórax, dorsal.

Descrição suplementar. Macho adulto. Comprimento da asa anterior 11,0–11,6 mm (11,3 mm, n = 5). Cabeça e tórax (em álcool) amarelados, uniforme, sem manchas; cabeça com verrugas de cerdas grandes; mesoescuto com verrugas de cerdas dispersas em duas fileiras tripla com 27–29 cerdas pilosas; mesoscutelo com um par de verrugas de cerdas com 2–3 cerdas pilosas em cada par (Fig. 62A, B). Olhos compostos pequenos, largura aproximadamente $0.3\times$ a distância interocular em vista dorsal (Fig. 62B). Asa anterior de coloração hialina levemente amarelada, sem manchas, de formato estreita; forquilha I e V presentes; célula discoidal fortemente deslocado distalmente ao início da célula tiridial; origem de célula tiridial próxima a ligeiramente distal à junção das veias A1+2 com A3; forquilha V com bifurcação distal à metade da célula tiridial; veias cubitais que formam a

célula tiridial e início da forquilha V com poucas cerdas pilosas as veias (Fig. 63). Asa posterior hialina, sem manchas, alargada na região anal; forquilha V presente (Fig. 63).



Figura 63 - *Nectopsyche* sp. 17, macho. Asas anteriores e posteriores em álcool.

Vestimenta. *Cabeça:* superfície dorsal da gena com cerdas branco-amareladas elípticas estreitas marginando aos olhos; vértex com duas linha centrais formadas por cerdas branco-amareladas elípticas estreitas; fossa antenal lisa e com cerdas branco-amareladas elípticas na região posteromedial (Fig. 64C); escapo antenal com cerdas amareladas oblongas; região anterior com cerdas amareladas lineares longas (Fig. 64C). *Tórax:* mesonoto, lateral e laterodorsal coberto por cerdas amareladas elípticas; dorso coberto com cerdas amarelas elípticas estreitas; região posterior com cerdas amareladas aciculares; mesoescutelo com cerdas amarelas aciculares (Fig. 64C). *Asa anterior:* dorso coberto por cerdas amarelas finas; pontos escuros formados por cerdas pretas finas e lineares, em um padrão de bandas verticais de pontos próximos sobre as veias intercaladas por manchas escuras de cerdas marrons (Fig. 64A, B); margem posteroapical com cerdas amarelas lineares longas (Fig. 64A).

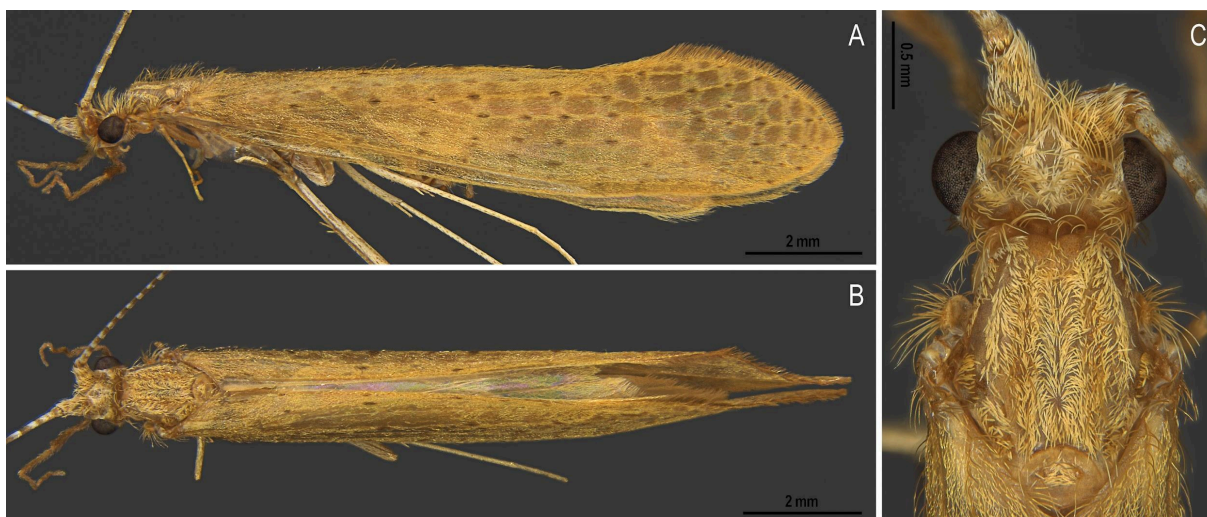


Figura 64 - *Nectopsyche* sp. 17, macho alfinetado. **A**, habitus, lateral; **B**, habitus, dorsal; **C**, cabeça e tórax, dorsal.

Genitália masculina. Segmento abdominal IX retangular estreito, cerca de 3× mais largo que longo, tergo projetado posteriormente, um par de pequenos acrotergitos ovais anteriores. Apêndice pré-anal longo, clavado, setoso, ápice arredondado em vista lateral. Segmento X, com processo lateral estreito, ápice afilado, arredondado. Apêndice inferior delgado, reto, ápice alargado, com projeção subapicomesal reduzida não ultrapassando a margem dorsal do apêndice; lóbulo apicomesal amplo, arredondado com fenda de origem do lóbulo ligeiramente aberta; lóbulo basoventral digitiforme, setoso. Aparelho fállico com processo perifállico longo, curvado em S, ápice capitado; apódema fállico alargado, bulboso, semi-membranoso; falobase esclerotizada, curvada na porção basal; membranas endotecais eversíveis sem espinhos; esclerito falotremal em forma de U na vista dorsal.

3.2.4. Grupo *gemma*

As espécies deste grupo são caracterizadas pelo padrão coloração das cerdas das asas, que são cobertas por cerdas alaranjadas, marcadas por faixas de cerdas brancas e prateadas iridescentes, com região cubital com manchas definidas escuras de cerdas pretas. Genitália masculina com apêndices pré-anais longos, apicalmente bifurcados, apêndice inferior reto a levemente arqueado ou basalmente alargado, lóbulo basoventral digitiforme ou em placas retangulares e membranas endotecais com espinhos. As genitálias masculinas das espécies *Nectopsyche ortizi* Holzenthal, 1995 e *N. sp. 6* são exceções dentro do grupo.

Espécies analisadas: *Nectopsyche ortizi* Holzenthal, 1995 e *N. sp. 6*.

***Nectopsyche ortizi* Holzenthal, 1995**

(Figuras 65–67)

Distribuição. Argentina, Costa Rica, Guiana, México, Panamá, Paraguai, Peru, Suriname, Venezuela, Brasil: Espírito Santo (Nova Venécia, São Mateus, Sooretama), Minas Gerais (Canaã, Periquito, Pingo D'água, Santo Antônio do Rio Abaixo, Tumiritinga), Pará, Paraná, Rio de Janeiro, São Paulo.

Material examinado. BRASIL: Espírito Santo: Nova Venécia, Entrada da cidade, Casa da Dona Ana e Seu Adalto, 18°42'54.91"S, 40°22'33.33"W, • 1 ♂ [alcohol], 15-16.iv.2013, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), Nova Venécia, Santa Rita do Pip Nuck, Propriedade do Sr. Puppim, Rio Cricaré, 18°39'51.4"S 40°30'44.9"W, • 4 ♀♀ 5 ♂♂ [alcohol], 15-16.iv.2013, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), • 14 ♀♂ [alcohol], 18-19.iv.2012, KB Angeli, LG Salinas, pensilvânia col. (UFVB), • 17 ♀♂ [alcohol], • 3 ♂♂ [alcohol], 25-26.vii.2012, EA Raimundi, EM Rozario, KB Angeli, pensilvânia col. (UFVB), São Mateus, Estrada São Mateus-Boa Esperança, Sítio Santa Maria, 18°39'17.1"S, 39°59'36"W, • 1 ♀ [alcohol], 07-08.ix.2012, EA Raimundi, KB Angeli, pensilvânia col. (UFVB), Sooretama, Rio São José, 19°07'33.1"S, 40°14'26.1"W, • 1 ♀ [alcohol], 04.xi.2013, CEUNES, lençol col. (UFVB), • 2 ♀♀ [alcohol], 12.vi.2018, CEUNES, lençol col. (UFVB), • 1 ♀ [alcohol], • 1 ♀ [alcohol], 20.i.2015, RP Constantino, pensilvânia col. (UFVB), • 1 ♀ [alcohol], 20.vi.2012, CEUNES, luminosa col. (UFVB), • 1 ♀ [alcohol], • 1 ♀ [alcohol], • 1 ♀ [alcohol], • 1 ♂ [alcohol], 28.i.2015, RP Constantino, pensilvânia col. (UFVB); **Minas Gerais:** Canaã, Rio Santana, Cachoeira Grande, 20°36'19.00"S, 42°36'13.00"W, • 3 ♀♀ 1 ♂ [pinned], 25.x.2023, P Bonfá-Neto, ICH Cortes, RB Gastaldo, FF Salles, lençol col. (UFVB), • 2 ♀♀ [alcohol], 27.x.2020, FF Salles, P Bonfá-Neto, MC Gonçalves, lençol col. (UFVB), Periquito, Rio Corrente, 19°00'21.10"S, 42°10'32.00"W, • 1 ♂ [alcohol], 04-05.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), Pingo D'água, PERD, Rio Doce, 19°44'56.80"S, 42°28'42.30"W, • 1 ♂ [alcohol], 07.ii.2022, ADL Viana, N Kroth, pensilvânia col. (UFVB), Santo Antônio do Rio Abaixo, Rio Santo Antônio, 19°13'52.40"S, 43°12'54.80"W, • 1 ♂ [alcohol], 09-10.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB), Tumiritinga, Rio Doce, 18°58'07.56"S, 41°39'49.36"W, • 1 ♀ [alcohol], 07-08.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB).

Diagnose. Esta espécie possui o padrão de coloração das cerdas das asas anteriores do grupo *gemma* (Fig. 67), no entanto, as características da genitália masculina é similar com as espécies do grupo *candida-bruchi*. Similar a *Nectopsyche* sp. 6, pelas mesmas peculiaridades em coloração do grupo *gemma* e morfologia da genitália do grupo *candida-bruchi*. Sendo diferenciada pela coloração do exoesqueleto do tórax (Fig. 65); verrugas de cerdas do mesoescuto organizados em fileiras triplas com aproximadamente 25–27 cerdas pilosas (Fig. 65B); asas anteriores ligeiramente mais curtas (Fig. 66); apêndice pré-anal delgados; e processo perifálico do aparelho fático mais fino.



Figura 65 - *Nectopsyche ortizi*, macho em álcool. **A**, cabeça e tórax, lateral; **B**, cabeça e tórax, dorsal.

Descrição suplementar. Macho adulto. Comprimento da asa anterior 8,4–9,8 mm (9,1 mm, n = 10). Cabeça e tórax (em álcool) amarelados, uniforme, sem manchas; cabeça com verrugas de cerdas posterior pequenas; mesoescuto com verrugas de cerdas dispersas em duas fileiras tripla com 25–27 cerdas pilosas; mesoescutelo com um par de verrugas de cerdas com 2 cerdas pilosas em cada par (Fig. 65A, B). Olhos compostos pequenos, largura aproximadamente 0.3× a distância interocular em vista dorsal (Fig. 65B). Asa anterior de coloração hialina amarelada, com manchas escuras definidas, basalmente com três linhas longitudinais, porção média com duas bandas transversais e dois ou três pontos, forquilha V com mancha irregular, e apicalmente com um ou dois pontos e três pequenas bandas, de formato curtas com expansão ápico-cubital; forquilhas I e V presentes; célula discoidal fortemente deslocado distalmente ao início da célula tiridial; origem de célula tiridial proximal à junção das veias A1+2 com A3; forquilha V com bifurcação distal à metade da célula tiridial; veias cubitais que formam a célula tiridial e início da forquilha V com poucas cerdas pilosas as veias (Fig. 66). Asa posterior hialina, sem manchas, alargada na região anal; forquilha V presente (Fig. 66).



Figura 66 - *Nectopsyche ortizi*, macho. Asas anteriores e posteriores em álcool.

Vestimenta. *Cabeça:* superfície dorsal da gena com cerdas brancas oblongas a elípticas marginando ao olho; vértex com uma linha central formada por cerdas brancas oblongas a elípticas; fossa antenal lisa (fig. 67C); escapo antenal, dorso coberto por cerdas amarelo-alaranjadas laminate; faixas laterais externas e internas de cerdas brancas oblongas a elípticas; região anterior com cerdas amarelo-alaranjadas lineares longas (fig. 67C). *Tórax:* mesonoto, lateral com uma linha curta formada de cerdas brancas oblongas a elípticas; laterodorsal com uma linha de cerdas brancas oblongas a elípticas; dorso com uma linha mediana longa de cerdas brancas oblongas a elípticas e duas faixas de cerdas amarelo-alaranjadas laminate; mesoescutelo com cerdas brancas oblongas a elípticas (fig. 67C). *Asa anterior:* dorso coberto amplamente por cerdas amarelo-alaranjadas laminate e finas; cinco linhas longitudinais basais de cerdas brancas elípticas circundadas por cerdas marrons lineares; duas faixas transversais central e duas faixas transversais apicais formadas por cerdas prateadas iridescentes espatulada semi-truncada circundadas por cerdas marrons lineares (fig. 67A, B); região cubital com cinco pontos formado de cerdas prateadas iridescentes espatulada semi-truncada intercaladas por quatro áreas em oito de cerdas pretas laminate e subspatulada; mancha de cerdas branco-amareladas laminate a subspatulada (fig. 67A); região costal subapical com pontos brancos de cerdas subspatulada (fig. 67A, B); margem posteroapical com cerdas amarelas lineares longas (fig. 67A).

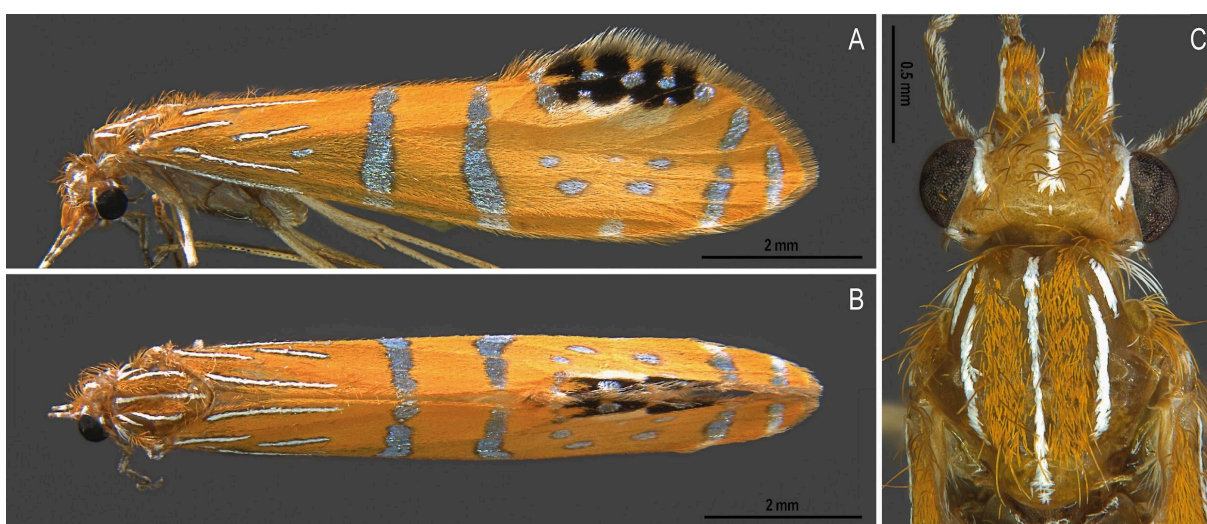


Figura 67 - *Nectopsyche ortizi*, fêmea alfinetada. **A**, habitus, lateral; **B**, habitus, dorsal; **C**, cabeça e tórax, dorsal.

Genitália masculina. Segmento abdominal IX retangular estreito, cerca de 3× mais largo que longo, tergo projetado posteriormente, um par de pequenos acrotergitos ovais anteriores. Apêndice pré-anal longo, estreito, setoso, ápice arredondado em vista lateral. Segmento X,

com processo lateral estreito, ápice afilado. Apêndice inferior delgado, arqueado, afilando-se em direção ao ápice, com projeção subapicomesal discreta ultrapassando a margem dorsal do apêndice; lóbulo apicomesal amplo, arredondado com fenda de origem do lóbulo ligeiramente aberta; lóbulo basoventral digitiforme, setoso. Aparelho fático com processo perifático longo, fino, curvado em S, ápice agudo; apódema fático alargado, bulboso, semi-membranoso; falobase esclerotizada, curvada na porção basal, porção apical ligeiramente curvada; membranas endotecais eversíveis sem espinhos; esclerito falotremal em forma de U na vista dorsal.

***Nectopsyche* sp. 6**

(Figuras 68 e 69)

Distribuição. Brasil: Minas Gerais (Naque, Santo Antônio do Rio Abaixo).

Material examinado. BRASIL: Minas Gerais: Naque, Rio Doce, 19°15'05.56"S, 42°18'50.50"W, • 2 ♀♀ 2 ♂♂ [alcohol], 08-09.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB), Santo Antônio do Rio Abaixo, Rio Santo Antônio, 19°13'52.40"S, 43°12'54.80"W, • 5 ♀♀ 3 ♂♂ [alcohol], 09-10.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB), • 4 ♀♀ 7 ♂♂ [alcohol], 19-20.viii.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB).

Diagnose. Esta espécie possui a pigmentação da membrana das asas (Fig. 69) e genitália masculina similar a de *Nectopsyche ortizi* Holzenthal, 1995. Contudo, é facilmente diferenciada pela coloração do exoesqueleto do tórax, com escleritos subalares e metaescuto marrom escuros (Fig. 68); verrugas de cerdas do mesoescuto organizados em fileiras triplas com aproximadamente 19–22 cerdas pilosas (Fig. 68B); asas anteriores ligeiramente mais longas (Fig. 69); apêndice pré-anal mais robustos e clavados; e processo perifático do aparelho fático mais robusto.



Figura 68 - *Nectopsyche* sp. 6, macho em álcool. **A**, cabeça e tórax, lateral; **B**, cabeça e tórax, dorsal.

Descrição. Macho adulto. Comprimento da asa anterior 8,5–9,3mm (8,9 mm, n = 10). Cabeça e tórax (em álcool) amarelados a marrons pálidos, cabeça mais clara, mesotórax com região ântero-lateral do mesonoto mais escura e esclerito subalar escuro, metatórax com dorso e esclerito subalar marrom; cabeça com verrugas de cerdas posterior pequenas; mesoescuto com verrugas de cerdas dispersas em duas fileiras tripla com 19–22 cerdas pilosas; mesoescutelo com um par de verrugas de cerdas com 3 cerdas pilosas em cada par (Fig. 68A, B). Olhos compostos pequenos, largura aproximadamente $0.28\times$ a distância interocular em vista dorsal (Fig. 68B). Asa anterior de coloração (Teneral) hialina e opaca, com manchas escuras definidas, basalmente escurecida, porção média com duas bandas transversais e três pontos, forquilha V com mancha irregular, e apicalmente com dois pontos e duas pequenas bandas, de formato estreita com expansão ápico-cubital; forquilhas I e V presentes; célula

discoidal levemente distalmente ao início da célula tiridial; origem de célula tiridial próxima à junção das veias A1+2 com A3; forquilha V com bifurcação distal à metade da célula tiridial; veias cubitais que formam a célula tiridial e início da forquilha V com poucas cerdas pilosas as veias (Fig. 69). Asa posterior hialina, sem manchas, alargada na região anal; forquilha V presente (Fig. 69).



Figura 69 - *Nectopsyche* sp. 6, macho. Asas anteriores e posteriores em álcool.

Genitália masculina. Segmento abdominal IX retangular estreito, cerca de 3× mais largo que longo, tergo projetado posteriormente, um par de pequenos acrotergitos ovais anteriores. Apêndice pré-anal longo, clavado, setoso, ápice arredondado em vista lateral. Segmento X, com processo lateral estreito, ápice afilado. Apêndice inferior delgado, arqueado, afinando-se em direção ao ápice, com projeção subapicomesal discreta ultrapassando a margem dorsal do apêndice; lóbulo apicomesal amplo, arredondado com fenda de origem do lóbulo ligeiramente aberta; lóbulo basoventral digitiforme, setoso. Aparelho fállico com processo perifállico longo, curvado em S; apódema fállico alargado, bulboso, semi-membranoso; falobase esclerotizada, curvada na porção basal, porção apical ligeiramente curvada; membranas endotecais eversíveis sem espinhos; esclerito falotremal em forma de U na vista dorsal.

3.2.5. Grupo *punctata*

As espécies deste grupo são caracterizadas pela genitália masculina com apêndices pré-anais com perfil basoventral em padrão de degrau, apicalmente arredondados; apêndice inferior reto a levemente arqueado; lóbulo basoventral digitiforme; lóbulo apicomésal amplo e arredondado.

Espécies analisadas: *Nectopsyche punctata* (Ulmer, 1905).

Nectopsyche punctata (Ulmer, 1905)

(Figuras 70–72)

Distribuição. Argentina, Bolívia, Colômbia, Costa Rica, Equador, Guiana, México, Panamá, Paraguai, Peru, Suriname, Venezuela, Brasil: Espírito Santo (Baixo Guandu, Colatina, Linhares, Nova Venécia, São Mateus, Sooretama), Maranhão, Minas Gerais (Aimorés, Barra do Cuieté, Canaã, Governador Valadares, Guaraciaba, Jaguarapu, Naque, Periquito, Pingo D'água, Ponte Nova, Rio Doce, Santo Antônio do Rio Abaixo, São José do Goiabal, Tumiritinga), Pará, Rio de Janeiro, Roraima, São Paulo.

Material examinado. BRASIL: Espírito Santo: Baixo Guandu, Rio Doce, 19°30'23.00"S, 41°01'01.80"W, • 3 ♀♀ 1 ♂ [alcohol], 06-07.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], 09-10.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), Colatina, Rio Doce, 19°32'14.00"S, 40°38'23.46"W, • 1 ♀ [alcohol], 05-06.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB), Linhares, Ipiranga, Rio Doce, Fazenda forzza, 19°29'53.1"S, 40°16'40.9"W, • 1 ♂ [alcohol], 19-20.xi.2014, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), Nova Venécia, Entrada da cidade, Casa da Dona Ana e Seu Adalto, 18°42'54.91"S, 40°22'33.33"W, • 1 ♀ [alcohol], 23-24.v.2012, FF Salles, KB Angeli, pensilvânia col. (UFVB), Nova Venécia, Santa Rita do Pip Nuck, Propriedade do Sr. Puppim, Rio Cricaré, 18°39'51.4"S 40°30'44.9"W, • 1 ♂ [alcohol], 15-16.iv.2013, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], 15-16.iv.2015, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), São Mateus, Estrada Barra Nova, Rio Mariricu, 18°47'11"W, 39°47'31.6"W, • 2 ♂♂ [alcohol], 13-14.vi.2012, EA Raimundi, EM Rozario, KB Angeli, pensilvânia col. (UFVB), Sooretama, Rio São José, 19°07'33.1"S, 40°14'26.1"W, • 19 ♀♀ 3 ♂♂ [alcohol], 06.iv.2017, CEUNES, lençol col. (UFVB), • 1 ♂ [alcohol], 20.i.2015, CEUNES, pensilvânia col. (UFVB), • 2 ♂♂ [alcohol], 26.iii.2015,

CEUNES, pensilvânia col. (UFVB); **Minas Gerais:** Aimorés, jusante da UHE Aimores, Rio Doce, 19°29'11.20"S, 41°04'30.20"W, • 1 ♀ [alcohol], 06-07.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB), • 1 ♀ [alcohol], 08-09.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), Aimorés, Rio Doce, 19°26'03.80"S, 41°05'54.10"W, • 2 ♀♀ 2 ♂♂ [alcohol], 08-09.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), • 2 ♀♀ 4 ♂♂ [alcohol], 11.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), Aimorés, Rio Manhuaçu, 19°29'38.07"S, 41°16'31.73"W, • 7 ♀♀ 7 ♂♂ [alcohol], 06-07.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB), Barra do Cuieté, Rio Caratinga, 19°03'49.90"S, 41°31'50.20"W, • 1 ♂ [alcohol], 06-07.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), Canaã, Rio Santana, Cachoeira Grande, 20°36'19.00"S, 42°36'13.00"W, • 9 ♀♂ [pinned], 25.x.2023, P Bonfá-Neto, ICH Cortes, RB Gastaldo, FF Salles, lençol col. (UFVB), • 19 ♀♀ 3 ♂♂ [alcohol], 27.x.2020, FF Salles, P Bonfá-Neto, MC Gonçalves, lençol col. (UFVB), Governador Valadares, Rio Doce, 18°55'50.27"S, 42°01'20.23"W, • 1 ♂ [alcohol], 04-05.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), Guaraciaba, Rio Piranga, 20°32'46.30"S, 42°59'25.25"W, • 1 ♀ 1 ♂ [alcohol], 11-12.viii.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, pensilvânia col. (UFVB), • 3 ♂♂ [alcohol], 14-15.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB), Jaguarapu, Rio Piracicaba, 19°37'01.00"S, 42°46'46.50"W, • 1 ♂ [alcohol], 18-19.viii.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), Naque, Rio Doce, 19°15'05.56"S, 42°18'50.50"W, • 1 ♂ [alcohol], 03-04.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), • 82 ♀♂ [alcohol], 08-09.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB), Periquito, Rio Corrente, 19°00'21.10"S, 42°10'32.00"W, • 2 ♂♂ [alcohol], 04-05.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), Pingo D'agua, PERD, Rio Doce, 19°44'56.80"S, 42°28'42.30"W, • 4 ♀♀ 7 ♂♂ [alcohol], 07.ii.2022, ADL Viana, N Kroth, pensilvânia col. (UFVB), Ponte Nova, UHE Brito, Rio Piranga, 20°26'43.10"S, 42°59'05.70"W, • 1 ♂ [alcohol], 11-12.viii.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, pensilvânia col. (UFVB), Rio Doce, Reservatorio da UHE Risoleta Neves (Candongá), Rio Doce, 20°12'28.70"S, 42°52'34.80"W, • 1 ♂ [alcohol], 10-11.viii.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, pensilvânia col. (UFVB), Rio Doce, Rio Carmo, 20°16'47.40"S, 42°55'29.50"W, • 2 ♀♀ [alcohol], 09-10.viii.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, pensilvânia col. (UFVB), Rio Doce, Rio Piranga, 20°19'45.20"S, 42°53'55.00"W, • 4 ♀♀ 2 ♂♂ [alcohol], 10-11.viii.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P

Rodrigues Jr, pensilvânia col. (UFVB), Santo Antônio do Rio Abaixo, Rio Santo Antônio, 19°13'52.40"S, 43°12'54.80"W, • 1 ♀ [alcohol], 09-10.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB), São José do Goiabal, Rio Doce, 20°00'52.70"S, 42°44'40.10"W, • 8 ♀♀ 6 ♂♂ [alcohol], 12-13.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB), Tumiritinga, Rio Doce, 18°58'07.56"S, 41°39'49.36"W, • 2 ♂♂ [alcohol], 06-07.ix.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, AD Ataide, pensilvânia col. (UFVB), • 50 ♀♂ [alcohol], 07-08.i.2022, ADL Viana, P Bonfá-Neto, P Rodrigues Jr, MR Neves, pensilvânia col. (UFVB).

Diagnose. Esta espécie é similar a *Nectopsyche jenseni* (Ulmer), 1905 pelas características da genitália masculina. Sendo diferenciada principalmente pelo padrão coloração das cerdas das asas, que são cobertas por manchas irregulares de cerdas brancas e marrons, circundadas por cerdas escuras (Fig. 72A).

Descrição suplementar. Macho adulto. Comprimento da asa anterior 9,5–11,3 mm (10,4 mm, n = 10). Cabeça e tórax (em álcool) marromns, cabeça mais clara, uniforme, sem manchas; cabeça com verrugas de cerdas grandes; mesoescuto com verrugas de cerdas dispersas em duas fileiras quádrupla com 54–57 cerdas pilosas; mesoescutelo com um par de verrugas de cerdas com 5–6 cerdas pilosas em cada par (Fig. 70A, B). Olhos compostos pequenos, largura aproximadamente 0.3× a distância interocular em vista dorsal (Fig. 70B). Asa anterior de coloração hialina, sem manchas, de formato estreita; forquilha I e V presentes; célula discoidal fortemente deslocado distalmente ao início da célula tiridial; origem de célula tiridial proximal à junção das veias A1+2 com A3; forquilha V com bifurcação distal à metade da célula tiridial; veias cubitais que formam a célula tiridial e início da forquilha V com poucas cerdas pilosas as veias (Fig. 71). Asa posterior hialina, sem manchas, alargada na região anal; forquilha V presente (Fig. 71).



Figura 70 - *Nectopsyche punctata*, macho em álcool. **A**, cabeça e tórax, lateral; **B**, cabeça e tórax, dorsal.

Vestimenta. *Cabeça:* superfície dorsal da gena, vértex e fossa antenal densamente coberto por cerdas brancas subspatuladas (Fig. 72C); escapo antenal coberto por cerdas brancas subspatuladas; dorso com pequena mancha de cerdas marrons claro e escuro subspatuladas; região anterior com cerdas brancas lineares longas (Fig. 72C). *Tórax:* mesonoto, região lateral e dorsal amplamente coberto por cerdas brancas subspatuladas; dorso com algumas cerdas branca-amareladas subspatuladas; mesoescutelo com cerdas brancas subspatuladas (Fig. 72C). *Asa anterior:* dorso coberto por manchas irregulares brancas e marrons de cerdas espatuladas, circundadas por cerdas marrom-escuras espatuladas; porção distal e apical com algumas cerdas subspatuladas (Fig. 72A, B); margem posteroapical com cerdas brancas e marrons lineares longas (Fig. 72A).



Figura 71 - *Nectopsyche punctata*, macho. Asas anteriores e posteriores em álcool.



Figura 72 - *Nectopsyche punctata*, fêmea alfinetada. **A**, habitus, lateral; **B**, habitus, dorsal; **C**, cabeça e tórax, dorsal.

Genitália masculina. Segmento abdominal IX retangular estreito, cerca de 3× mais largo que longo, tergo projetado posteriormente, um par de pequenos acrotergitos ovais anteriores. Apêndice pré-anal robusto, basalmente alargado, ápice arredondado em vista lateral. Segmento X, com processo lateral ligeiramente larga, ápice truncado com cerdas espiniforme. Apêndice inferior basalmente delgado, alargando-se em direção ao ápice, com projeção

subapicomesal proeminente atingindo a margem dorsal do apêndice; lóbulo apicomesal amplo, arredondado com fenda de origem do lóbulo ligeiramente aberta; lóbulo basoventral digitiforme, setoso. Aparelho fállico com processo perifállico longo, robusto, curvado em S, ápice capitado; apódema fállico alargado, bulboso, semi-membranoso; falobase esclerotizada, espessa, curvada na porção basal, porção apical ligeiramente curvada; membranas endotecais eversíveis sem espinhos; esclerito falotremal em forma de U na vista dorsal.

4. CONCLUSÕES

A complexidade na delimitação das espécies de *Nectopsyche*, historicamente centrada em caracteres sutis da genitália e na efemeridade dos padrões de coloração das cerdas, tem sido um entrave significativo para o avanço do conhecimento taxonômico do gênero. A falta da descrição aprofundada de outros caracteres ao longo do tempo resultou em uma taxonomia fragmentada, dificultando comparações precisas e identificações confiáveis.

As análises comparativas em buscas de novos caracteres diagnósticos revelou um conjunto de estruturas adicionais com diferenças morfológicas significativas e confiáveis na delimitação das espécies. Como na comparação entre *Nectopsyche adusta* Flint, 1983 e *N. sp. 12*, que embora ambas compartilhem características genitais semelhantes, insuficientes para justificar sua separação como espécies distintas, podem ser facilmente diferenciadas pelas características da venação das asas anteriores. Assim como na quantidade e disposição das verrugas de cerdas do mesoescuto, que diferencia a maioria das espécies do complexo *muhni*, e as espécies similares do grupo *candida*. A coloração geral do esclerito do corpo e os seus padrões de coloração do tórax único, como nas espécies *N. sp. 6* e *N. sp. 11*, que as distingue das demais do gênero.

Este estudo representa um avanço significativo ao propor uma abordagem mais abrangente para a taxonomia do gênero *Nectopsyche*. A inclusão de novos conjuntos de caracteres, como o formato e a venação das asas, as cerdas pilosas sobre as veias, a pigmentação da membrana alar, o formato das cerdas, a disposição das verrugas de cerdas e a coloração dos escleritos do exoesqueleto, complementa de forma eficaz os caracteres tradicionalmente utilizados, como as estruturas genitais e o padrão de coloração das cerdas. A combinação desses elementos resultou em diagnósticos mais robustos e confiáveis para as espécies analisadas.

Ao identificar 25 espécies distintas, incluindo 12 espécies potencialmente novas, o presente trabalho não apenas contribui para o conhecimento da diversidade e distribuição de *Nectopsyche* no Brasil, mas também estabelece um novo padrão para futuras investigações sistemáticas. A adoção desses múltiplos caracteres e uma abordagem mais detalhada e consistente são cruciais para superar as lacunas taxonômicas existentes, fornecendo uma base mais sólida para a compreensão da filogenia, ecologia e estratégias de conservação desse importante grupo de insetos.

REFERÊNCIAS

- Assunção, O.T, Quinteiro, F.B. (2023). Two new species and new records of the genus *Nectopsyche* Müller, 1879 (Trichoptera: Leptoceridae) from Pará state, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 67(spe):e20230049
- Banks, N. (1901). A list of neuropteroid insects from Mexico. *Transactions of the American Entomological Society* 27: 361–371.
- Betten, C. & Mosely M. (1940). The Francis Walker Type of Trichoptera in the British Museum. 248 pages. London: British Museum (Natural History).
- Blahnik, R.J., & Holzenthal, R.W. (2004). Collection and curation of Trichoptera, with an emphasis on pinned material. *Nectopsyche Neotropical Trichoptera Newsletter*, 1, 8-20.
- Blahnik, R.J., Holzenthal, R.W., & Prather, A.L. (2007). The lactic acid method for clearing Trichoptera genitalia. In: Bueno-Soria, J., Barba-Álvarez, R., & Armitage, B.J. (Eds.), *International Symposium on Trichoptera*, 12, 2007, Mexico City. *Proceedings*. Columbus: The Caddis Press, pp. 9-14.
- Bonfá-Neto, P. & Salles, F.F. (2023). A new species of *Nectopsyche* Müller, 1879 (Trichoptera: Leptoceridae) and notes on the adults of *Nectopsyche splendida* (Navás, 1917). *Revista Brasileira de Entomologia*, 67 (1), 1–8. <https://doi.org/10.1590/1806-9665-RBENT-2022-0103>
- Brown, B.V. (2013). Automating the "Material examined" section of taxonomic papers to speed up species descriptions. *Zootaxa*. 3683: 297-299. [web version; accessed 15/03/2025].
- Calor, A.R., & Mariano, R. (2012). UV light pan traps for collecting aquatic insects. *EntomoBrasilis*, 5(2), 164-166. <https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v5i2.187>
- Flint, Jr., O.S. (1966). Studies of Neotropical caddis flies, III: types of some species described by Ulmer and Brauer. *Proceedings of the United States National Museum* 120: 1–20, plates 21–22.
- Flint, Jr., O.S. (1968). The Caddisflies of Jamaica. *Bulletin of the Institute of Jamaica, Science Series* 19: 1–68.
- Flint, Jr., O.S. (1972). Studies of Neotropical caddisflies, XIV: on a collection from northern Argentina. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 85: 223–248.
- Flint, Jr., O.S. (1974). The Trichoptera of Surinam. *Studies of Neotropical caddisflies*, XV. *Studies on the Fauna of Suriname and other Guyanas* 14: 1–151.
- Flint, Jr., O.S. (1981). Studies of Neotropical caddisflies, XXVIII: The Trichoptera of the Río Limón Basin, Venezuela. *Smithsonian Contributions to Zoology* 330: 1–61. <https://doi.org/10.5479/si.00810282.330>
- Flint, Jr., O.S. (1982). Trichoptera of the Area Platense. *Biologia Acuatica* 2: 1–70.

- Flint, Jr., O.S. (1983). Studies of Neotropical caddisflies, XXXIII: new species from austral South America (Trichoptera). *Smithsonian Contributions to Zoology* 377: 1–100. <https://doi.org/10.5479/si.00810282.377>
- Flint, Jr., O.S. (1991). Studies of Neotropical caddisflies, XLV: The taxonomy, phenology, and faunistics of the Trichoptera of Antioquia, Colombia. *Smithsonian Contributions to Zoology* 520: 1–113. <https://doi.org/10.5479/si.00810282.520>
- Frost, S.W. (1957). The Pennsylvania insect light trap. *Journal of Economic Entomology*, 50 (3), 287–292. <https://doi.org/10.1093/jee/50.3.287>
- Hagen, H.A. (1861). Synopsis of the Neuroptera of North America with a list of the South American species. *Smithsonian Institution Miscellaneous Collections* 4: 1–347. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.60275>
- Haddock, J.D. (1977). The biosystematics of the caddis fly genus *Nectopsyche* in North America with emphasis on the aquatic stages. *American Midland Naturalist*, 98 (2): 382-421. <https://doi.org/10.2307/2424989>
- Holzenthal, R.W. (1995). The caddisfly genus *Nectopsyche*: new gemma group species from Costa Rica and the Neotropics (Trichoptera: Leptoceridae). *J. N. Am. Benthol. Soc.* 14, 61-83. <https://doi.org/10.2307/1467725>
- Holzenthal, R.W. & Rios-Touma, B. (2018). *Nectopsyche* of Ecuador: a new species from the high Andean páramo and redescription of *Nectopsyche spiloma* (Ross) (Trichoptera: Leptoceridae). *PeerJ* 6, e4981. <https://doi.org/10.7717/peerj.4981>
- Kubiak, M., Beckmann, F., Friedrich, F. (2015). The adult head of the annulipalpi caddisfly *Philopotamus ludificatus* McLachlan, 1878 (Philopotamidae), mouthpart homologies, and implications on the ground plan of Trichoptera. *Arthropod Systematics & Phylogeny* 73(3): 351-384. <https://doi.org/10.3897/asp.73.e31824>
- Lattke J.E., Delsinne T., Alpert G.D. & Guerrero R.J. (2018). Ants of the genus *Protalaridris* (Hymenoptera: Formicidae), more than just deadly mandibles. *European Journal of Entomology* 115: 268–295. <https://doi.org/10.14411/eje.2018.027>
- Navás, L. (1916). *Neuroptera Nova Americana*. Series I, II. *Memorie della Pontificia Accademia Romana dei Nuovi Lincei* 2: 59–80.
- Navás, L. (1920). *Insectos Sudamericanos* (1a, 2a y 3a serie). *Anales de la Sociedad Científica Argentina* 90: 33–72.
- Oláh, J., Oláh Jr., J., (2017). Fine phenomics applied to the *Nectopsyche* genus (Trichoptera) Species delineation by speciation traits. *Opusc. Zool. Budap.* 48 (2), 117-184. <https://doi.org/10.18348/opzool.2017.2.117>
- Paprocki, H., Moreira-Silva, L. (2024). Cap. 32, Trichoptera Kirby, 1813, pp. 699-709. In: Rafael, J.A.; Melo, G.A.R.; Carvalho, C.J.B. de; Casari, S. & Constantino, R. (eds). *Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia*. 2ª ed. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 880 pp. <https://doi.org/10.61818/56330464c32>

- Pes, A. M., Santos, A.P.M., Barcelos-Silva, P. & Camargos, L.M. (2014). Ordem Trichoptera. In: Hamada, N., Nessimian, J. L. & Querino, R.B. Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia. Manaus: Editora do INPA. p.391-433.
- Ross, H.H. (1944). The caddisflies, or Trichoptera, of Illinois. Bulletin of the Illinois Natural History Survey 23: 1–326.
- Schmid, F. (1949). Les Trichoptères de la collection Navás. Eos 25 (1950): 305–426.
- Schmid, F. (1980). Les insectes et arachnides du Canada, Partie 7: genera des Trichopteres du Canada et des États adjacents. Agriculture Canada, Ottawa. 296 pp.
- Snodgrass, R. E. 1935. Principles of Insect Morphology. McGraw-Hill, New York and London, x + 667 pp.
- Sganga, J.V., Sganga D.E., Iglesias M.S. (2022). Review and redescription of species in the brasiliense group of *Smicridea* (Rhyacophylax) (Trichoptera, Hydropsychidae, Smicrideinae): exploration of the utility of geometric morphometrics as a method for delimitation and characterization of species in the genus. In: Pauls SU, Thomson R, Rázuri-Gonzales E (Eds) Special Issue in Honor of Ralph W. Holzenthal for a Lifelong Contribution to Trichoptera Systematics. ZooKeys 1111: 389–412. <https://doi.org/10.3897/zookeys.1111.80961>
- Tang, K. L., & Guénard, B. (2023). Further additions to the knowledge of *Strumigenys* (Formicidae: Myrmicinae) within South East Asia, with the descriptions of 20 new species. European Journal of Taxonomy, 907(1), 1-144. <https://doi.org/10.5852/ejt.2023.907.2327>
- Tindall, A.R. (1965). The functional morphology of the thorax of *Limnephilus marmoratus* Curtis (Trichoptera: Limnephilidae). Transactions of the Royal Entomological Society of London, 117(5), 127-166.
- Ulmer, G. (1905). Neue und wenig bekannte aussereuropäische Trichopteren, hauptsächlich aus dem Wiener Museum. Annalen des Kaiserlich-Königlichen Naturhistorischen Hofmuseums Wien 20: 59–98.
- Upton, M.S., & Mantle, B.L. (2010). Methods for Collecting, Preserving and Studying Insects and Other Terrestrial Arthropods. 5th ed. Canberra: Australian Entomological Society. 83 p. (Miscellaneous Publication, 3).
- Vilarino, A., Dias, E.S., Calor, A.R. (2019). New species and records of the most diverse caddisfly genus in Brazil, *Smicridea* McLachlan, 1871 (Trichoptera: Hydropsychidae): solving a species delimitation through an integrative taxonomic approach. Austral Entomology 58(4): 707–723. <https://doi.org/10.1111/aen.12417>
- Walker, F. (1852). Catalogue of the specimens of Neuropterous Insects in the collection of the British Museum, Part I: Phryganides-Perlides. British Museum, London, 192 pp.
- Wiggins, G.B. (2004). Caddisflies: the underwater architects. University of Toronto Press, Toronto, 292 pp.

VI. CONCLUSÕES GERAIS

A taxonomia do gênero *Nectopsyche* e o conhecimento sobre suas espécies e seus estágios de vidas, ainda são incipientes e com muitas lacunas e déficits, em especial sobre as espécies Neotropicais. O presente estudo teve como principal objetivo ampliar o conhecimento sobre a diversidade taxonômica, morfológica e genética de *Nectopsyche* amostrados em uma das principais bacias hidrográficas da Região Sudeste do Brasil. Para tal fim, foram realizadas análises taxonômicas abrangentes e integrativas, com dados moleculares, morfométricos e morfológicos.

A aplicação do DNA barcode permitiu associar de forma robusta diferentes estágios de vida, revelar espécies crípticas potenciais e delimitar espécies. Essa abordagem registrou pela primeira vez a variação molecular interespecífica e intraespecífica do gênero. As análises de morfometria geométrica da venação das asas mostraram ser uma ferramenta eficaz na delimitação, evidenciando características únicas nos grupos de espécies, embora sem plena correspondência com os grupos descritos na literatura. Além disso, identificaram dois padrões distintos de alometria e indicaram uma possível aplicação da regra de Bergmann em *Nectopsyche*. Por fim, análises morfológicas comparativas voltadas à busca de novos caracteres diagnósticos revelaram um conjunto adicional de estruturas com diferenças significativas e confiáveis na distinção das espécies.

Foram identificados de um total de 25 espécies na bacia do Rio Doce, das quais 13 são novas para a ciência. Ampliando significativamente o número de espécies conhecidas na região, que passou de 13 para 27, evidenciando a elevada diversidade taxonômica ainda subestimada do gênero. Entre as espécies previamente registradas na bacia, apenas *Nectopsyche acutiloba* Flint, 1974 e *N. flavofasciata* (Ulmer, 1907) não foram encontradas no presente estudo. Em nível nacional, os resultados elevaram o número total de espécies conhecidas no Brasil de 28 para 40, representando uma contribuição expressiva para o conhecimento da diversidade do gênero.

Este estudo contribui de maneira significativa com o conhecimento da diversidade dos *Nectopsyche*, fornecendo uma base sólida para investigações taxonômicas futuras. Propõe critérios diagnósticos que superam limitações tradicionais centradas unicamente na genitália e na coloração das cerdas. Ao integrar dados moleculares, morfométricos e morfológicos, o trabalho reforça a importância de abordagens da taxonomia integrativa. Além de fornecer um conjunto de dados para estudos futuros de filogenia, sistemática, ecologia e estratégias de conservação desse importante grupo de insetos.