



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO – UFMT
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA – PPGZOO



RÉGIA MAYANE PACHECO FONSECA

**ESTUDO TAXONÔMICO DE CENTOPEIAS DA FAMÍLIA GEOPHILIDAE
LEACH, 1815 (CHILOPODA: GEOPHILOMORPHA) DE CAVERNAS
BRASILEIRAS E AVALIAÇÃO DO SEU ESTADO DE CONSERVAÇÃO**

Cuiabá, MT

2020

RÉGIA MAYANE PACHECO FONSECA

ESTUDO TAXONÔMICO DE CENTOPEIAS DA FAMÍLIA GEOPHILIDAE
LEACH, 1815 (CHILOPODA: GEOPHILOMORPHA) DE CAVERNAS
BRASILEIRAS E AVALIAÇÃO DO SEU ESTADO DE CONSERVAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia, da Universidade Federal de Mato Grosso, como parte dos requisitos para obtenção de título de Mestre em Zoologia.

Orientador: Prof. Dr. Amazonas Chagas-Jr
Coorientadora: Profa. Dra. Maria Elina Bichuette

Cuiabá, MT

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

P116e Fonseca, Régia Mayane Pacheco.
Estudo taxonômico de centopeias da família Geophilidae Leach, 1815 (Chilopoda: Geophilomorpha) de cavernas brasileiras e avaliação do seu estado de conservação / Régia Mayane Pacheco Fonseca. -- 2020
xiii, 115 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Amazonas Chagas Júnior.
Co-orientadora: Maria Elina Bichuette.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Biociências, Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Cuiabá, 2020.
Inclui bibliografia.

1. artrópodes. 2. ambiente subterrâneo. 3. espécies. 4.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "ESTUDO TAXONÔMICO DE CENTOPEIAS DA FAMÍLIA GEOPHILIDAE Leach, 1815 (CHILOPODA: GEOPHILOMORPHA) DE CAVERNAS BRASILEIRAS E AVALIAÇÃO DO SEU ESTADO DE CONSERVAÇÃO"

AUTOR: MESTRANDA RÉGIA MAYANE PACHECO FONSECA

Dissertação defendida e aprovada em **23** de **março** de **2020**.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

- 1. Prof. Dr. Amazonas Chagas Júnior** (Presidente da Banca e Orientador)
INSTITUIÇÃO: PPGZOO - Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT
- 2. Prof. Dr. Felipe Franco Curcio** (1º Titular /Examinador Interno)
INSTITUIÇÃO: PPGZOO - Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT
- 3. Profa. Dra. Mariêz Isaac Marques** (2ª Titular/Examinadora Interna)
INSTITUIÇÃO: PPGZOO - Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT
- 4. Prof. Dr. Jonas Eduardo Gallão** (3º Titular/**Examinador Externo**)
INSTITUIÇÃO: Universidade Federal de São Carlos - UFSCar
- 5. Profa. Dra. Christine Strussmann** (1º Suplente)
INSTITUIÇÃO: PPGZOO - Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT
- 6. Prof. Dr. Cristiano Sampaio Costa** (2º Suplente)
INSTITUIÇÃO: Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT

Cuiabá, 23 de março de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **AMAZONAS CHAGAS JUNIOR, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 02/04/2020, às 18:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **FELIPE FRANCO CURCIO, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 07/04/2020, às 11:39, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Jonas Eduardo Gallão, Usuário Externo**, em 17/06/2020, às 19:58, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **MARINEZ ISAAC MARQUES, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 18/06/2020, às 10:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufmt.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2358294** e o código CRC **8F3358CD**.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM [NOME DO PPG]

ATA DE DEFESA PÚBLICA

Mestranda: **Régia Mayane Pacheco Fonseca**

Em virtude da recomendação da Organização Mundial da Saúde - OMS, do Ministério da Saúde, da Instrução Normativa Nº 21, de 16.03.2020, do comunicado da UFMT publicado em 16.03.2020 e diante das limitações impostas pela crise de saúde pública devido ao Coronavírus - Covid-19, aos **23 dias do mês de março do ano de 2020**, sem reunião de pessoas, sem apresentação oral e utilizando-se de meios eletrônicos (e-mail), a Banca Examinadora, sob a presidência do professor Doutor **Amazonas Chagas Júnior**, CPF 877.060.679-04, orientador, avaliou a dissertação de Mestrado da aluna **Régia Mayane Pacheco Fonseca**, CPF 060.598.903-69, discente do **PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA**, nº de matrícula 22120185, coorientada pela Profa. Dra. **Maria Elina Bichuette**, CPF 109.037.138-10, da Universidade de São Carlos - UFSCar, visando à obtenção de título de MESTRE EM ZOOLOGIA. A Mestranda concluiu os créditos exigidos para obtenção do título de Mestre, na Área de Concentração **Sistemática, Biogeografia e História Natural**, e foi aprovada no Exame de Qualificação no dia 24 de setembro de 2019, de acordo com os registros constantes na Secretaria do Programa. Esta foi a **22ª** Defesa de Dissertação do Programa. O trabalho de título "**ESTUDO TAXONÔMICO DE CENTOPEIAS DA FAMÍLIA GEOPHILIDAE Leach, 1815 (CHILOPODA: GEOPHILOMORPHA) DE CAVERNAS BRASILEIRAS E AVALIAÇÃO DO SEU ESTADO DE CONSERVAÇÃO**" foi avaliado pela Banca Examinadora, constituída pelos professores Doutores **Amazonas Chagas Júnior** (Presidente da Banca/Orientador/CPF 877.060.679-04), **Felipe Franco Curcio** (**1º titular**/Examinador Interno/PPGZOO/UFMT, CPF 260.593.388-10), **Marinêz Isaac Marques** (**2º Titular**/Examinadora Interna/PPGZOO/UFMT, CPF 208.461.001-00) e **Jonas Eduardo Gallão** (**3º Titular**/Examinador Externo/Universidade Federal de São Carlos-UFSCar, CPF 324.950.228-63), contando ainda com o apoio dos Doutores **Christine Strüssmann** (**1ª Suplente**/PPGZOO/UFMT, CPF 335.259.430-91) e **Cristiano Sampaio Costa** (**2º Suplente**/UFMT, CPF 075.497.957-11). A Banca deliberou por sua **APROVAÇÃO** (aprovação/reprovação). Fica a aluna **ISENTA** (isenta/obrigada) a apresentar, no prazo de 30 dias, a versão final com as correções indicadas pela Banca e o Termo de Acordo assinado por seu orientador, na secretaria do PPGZOO. O título de Mestre será conferido sob condição de envio de processo, via SEI/UFMT,

na forma e no prazo estabelecidos no Regimento Interno do Programa, e a entrega dos demais documentos exigidos pela Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT para expedição do diploma.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

1. **Prof. Dr. Amazonas Chagas Júnior** (Presidente Banca/Orientador/PPGZOO/UFMT)
2. **Prof. Dr. Felipe Franco Curcio** (1º Titular /Examinador Interno/PPGZOO/UFMT)
3. **Profa. Dra. Mariêz Isaac Marques** (2ª Titular/Examinadora Interna/PPGZOO/UFMT)
4. **Prof. Dr. Jonas Eduardo Gallão** (3º Titular/Examinador Externo/UFSCar)
- 5º. **Profa. Dra. Christine Strussmann** (1º Suplente/PPGZOO/UFMT)
- 6º. **Prof. Dr. Cristiano Sampaio Costa** (2º Suplente/UFMT)

Recomendações da Banca:

Seguir as recomendações da banca expressas nos pareceres em anexo, necessários para aprimoramento do documento no momento em que for submetido à publicação.

Ciência do (a) Discente é realizada eletronicamente através do SEI.

Cuiabá, 23 de março de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **AMAZONAS CHAGAS JUNIOR, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 02/04/2020, às 18:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **FELIPE FRANCO CURCIO, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 07/04/2020, às 11:39, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Jonas Eduardo Gallão, Usuário Externo**, em 17/06/2020, às 19:58, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **MARINEZ ISAAC MARQUES, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 18/06/2020, às 10:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufmt.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2324611** e o código CRC **DD8110DA**.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo. À CAPES/CNPQ pelo apoio financeiro ao MEB (Projeto PROTAX II, processo 440646/2015-4).

Agradeço ao meu orientador Dr. Amazonas Chagas-Jr pela disponibilidade em me orientar, incentivos, ensinamentos e apoio. À professora Dra. Maria Elina Bichuette, minha co-orientadora, por todo incentivo e por confiar em mim para realização desse trabalho juntamente ao meu orientador.

Agradeço ao Programa de Pós-graduação em Zoologia (PPGZoo) e a todos os docentes.

Ao Instituto Butantan, em especial, o professor Dr. Antônio Domingos Brescovit, por viabilizar minha visita à Coleção e pelo empréstimo do material. Na ocasião, agradeço aos técnicos, aos alunos de Pós-Graduação e demais funcionários da Instituição, pelo acolhimento durante minha visita.

Sou grata também ao curador da Coleção de Invertebrados do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, professor Dr. Ricardo Pinto da Rocha, pelo empréstimo de material. Ao curador da Coleção de Invertebrados do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, professor Dr. Márcio Luiz de Oliveira, pelo empréstimo de material. Em especial agradeço a Thaís Melo de Almeida pela disponibilidade em me ajudar e pelas informações fornecidas sobre os materiais.

Agradeço à Nesrine Akkari, curadora da Coleção de Myriapoda do Naturhistorisches Museum Wien, pelas fotos dos exemplares concedidas e pela disponibilidade em contribuir com o trabalho.

Agradeço à Ana Sofia Reboleira, por todo auxílio e compartilhamento de bibliografias.

Agradeço aos responsáveis pela Coleção do Laboratório de Estudos Subterrâneos – LES da Universidade Federal de São Carlos, pelo empréstimo de material. E a todos integrantes do LES pelo carinho e disponibilidade em me ajudar durante minha visita ao laboratório, sou grata a cada um que contribuiu de alguma forma para o meu trabalho. Agradeço à Cris, que se disponibilizou em me receber em sua casa durante minha estadia em São Carlos, muito obrigada.

À Angélica Maria Penteado Martins Dias, coordenadora do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia dos Hymenoptera Parasitoides da Região Sudeste Brasileira (INCT

Hympar Sudeste – Processo FAPESP 2008/57949-4 e CNPq 573802/2008-4) pela disponibilidade de uso do equipamento (MEV). Agradeço à Luciana, técnica do Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva da UFSCar pelo auxílio com as fotos da Microscopia Eletrônica de Varredura, pela paciência e cuidado com minhas pequenas centopeias.

Agradeço aos integrantes do Laboratório de Scarabaeoidologia pelo uso do Equipamento de Automontagem Leica M205 C, Subprojeto EECbio UFMT/Finep nº 01.11.0259.00 e pelo auxílio durante o uso do equipamento.

Ao Laboratório de Citogenética e Genética Animal (LabGen/UFMT) pelo uso dos equipamentos: Microscópio Óptico Olympus Cx51 e Fotomicroscópio Olympus Bx51.

Ao Laboratório de Morfologia pelo uso do Microscópio Leica DM500.

Agradeço a professora Dra. Adelina Ferreira pelas dicas em montagens de lâminas e pela doação das soluções utilizadas para as montagens.

Agradeço a Silvia Falqueto, por me ajudar na preparação de soluções para clarificar os exemplares analisados e ao LAbGen por ceder o espaço e os reagentes necessários para a preparação.

À Cristiano Costa Sampaio pelo empréstimo de seu material de dissecação, sem eles eu não conseguiria realizar esse trabalho.

Aos integrantes do Laboratório de Sistemática e Taxonomia de Artrópodes Terrestres, o qual faço parte, pelo acolhimento, apoio no desenvolvimento do meu trabalho e boas conversas. Em especial, à Raisa e Lorena, pela amizade e carinho. À Emerson Marques, pela parceria durante a viagem a Coleções, pelos momentos de descontrações e conversas “bobas”.

Sou grata aos amigos do “Apê da Zoo” pelo carinho e bons momentos. Em especial, Luan e Lívia por todo auxílio e cuidado desde o momento da minha inscrição para a seleção, sempre estiveram dispostos a me ajudar sem pedir nada em troca, não tenho nem palavras para agradecê-los. À Antonio Moraes, meu amigo, por TUDO, obrigada pelos incentivos, ensinamentos e boas risadas.

À Thais Pereira Feitosa, agradeço a amizade todos esses anos, por sempre me apoiar e compartilhar comigo esse momento, você é uma pessoa incrível e merece tudo de melhor.

Aos integrantes do PPGZoo, Turma 2018/1, pelos bons momentos e discussões durante as disciplinas. Ao Téc. Adm. Odenilson Sales dos Santos, por sempre nos ajudar, esclarecer nossas dúvidas e estar disponível.

À Geovana e Nazaré pela companhia, amizade e pelos bons almoços aos domingos. À Ravena e Juh por todo carinho.

Às integrantes do grupo “Jeaneraltraining” por me acolherem e pelas manhãs mais produtivas e animadas.

À minha família, por todo amor e dedicação, por sempre apoiarem meus sonhos e contribuírem para que se tornem realidade. Em especial, meus amados pais Jodisson Régio da Fonseca e Vera Lúcia Pacheco Azevedo, a quem devo tudo que sou, amo vocês. Aos meus irmãos: Dilson, Régia Magna e Régia Mayuk, por todo amor e por acreditarem em mim sempre. À minha princesa Ágatha, que tanto amo.

À Mayron Viana, por TUDO, obrigada por apoiar meus sonhos e decisões, por ser essa pessoa maravilhosa comigo, por me ouvir sempre e me fazer entender que tudo tem seu tempo, só basta ter calma e continuar lutando.

A todos que participaram, contribuindo para a realização deste trabalho, direta ou indiretamente.

MUITO OBRIGADA!

“Dedico esta pesquisa aos meus pais, meus maiores orientadores”.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	14
REFERÊNCIAS	16
CAPÍTULO I.....	19
LISTA DE FIGURAS	20
LISTA DE TABELAS	22
LISTA DE ABREVIACÕES	23
Estudo taxonômico de centopeias da família Geophilidae Leach, 1815 (Chilopoda: Geophilomorpha) de cavernas brasileiras.....	24
Resumo	24
Abstract.....	25
Introdução.....	26
Material e Métodos.....	26
Análise morfológica.....	27
Descrições e terminologias	27
Fotografias multifocais, ilustrações e mensurações.....	28
Mensurações	28
Produção de mapas	28
Resultados e Discussão.....	29
Taxonomia	29
<i>Hyphidrophilus</i> Pereira, Minelli & Barbieri, 1994	29
<i>Ribautia</i> Brölemann, 1909.....	38
<i>Schizonampa</i> Chamberlin, 1914	47
.....	52
Considerações taxonômicas	53
Detecções de troglomorfismos.....	55

Conclusão	55
Agradecimentos	56
Referências	56
Apêndice I: Tabelas	60
Artigo submetido, revista Zootaxa (22 de out de 2019)	68
A new troglomorphic species of <i>Ribautia</i> Brölemann, 1909 (Chilopoda, Geophilomorpha, Geophilidae) from Alto Ribeira karst area, southeastern Brazil....	68
CAPÍTULO II.....	91
Avaliação do estado de conservação de centopeias da família Geophilidae Leach, 1815 (Chilopoda: Geophilomorpha) de cavernas brasileiras	92
Resumo	92
Abstract.....	93
Introdução	93
Metodologia.....	95
Resultados.....	97
Discussão	97
Avaliações de ameaças	98
Ações de conservação	99
Agradecimentos	100
Referências	100
Anexo I: Fichas de Avaliação.....	103
On the identity of the centipede <i>Sogona cyclareata</i> Attems, 1947 (Geophilomorpha: Geophilidae)	118
Abstract.....	118
Introduction	118
Material and Methods.....	119
Taxonomy	119
Discussion.....	121

Acknowledgements	122
References	122
First record of <i>Amphoromorpha/Basidiobolus</i> fungus on centipedes (Geophilomorpha, Geophilidae) from Brazilian caves	127

INTRODUÇÃO GERAL

Cavernas são cavidades naturais no subsolo acessíveis ao ser humano (Trajano 2000) e suas características mais marcantes são ausência permanente de luz (exceto próximo aos contatos com o exterior) e a tendência à estabilidade ambiental, devido ao efeito-tampão da rocha circundante. A ausência de luz impossibilita a fotossíntese, dessa forma, a produção de energia está restrita às bactérias quimioautotróficas (produção autóctone), e, principalmente, aos nutrientes provenientes do meio epígeo ou superficial (produção alóctone) (Trajano & Bichuette 2006).

Populações obrigatoriamente subterrâneas originaram-se dos mais diversos grupos taxonômicos e geralmente apresentam uma série de autapomorfias que podem estar relacionadas ao isolamento subterrâneo (Trajano 2003). Dentre as especializações mais conspícuas estão a redução ou ausência de olhos e pigmentação, assim como, modificações em padrões comportamentais (Langecker 1989).

Os organismos que habitam o meio subterrâneo podem ser classificados em três categorias ecológico-evolutivo (trogloxenos, troglófilos e troglóbios) com base na ocorrência e a dependência do meio subterrâneo. Segundo Schinner & Racovitza (1907), os animais denominados *trogloxenos* são organismos que, apesar de viverem parte de suas vidas no meio subterrâneo, necessitam retornar ao meio epígeo para completar seu ciclo de vida; os *troglófilos* são aqueles que podem completar seu ciclo de vida em qualquer um dos dois ambientes (hipógeo ou epígeo); e os *troglóbios* referem-se aos organismos que vivem exclusivamente no meio subterrâneo, geralmente apresentando especializações associadas à vida cavernícola, denominadas troglomorfismos (Trajano & Bichuette 2006).

O Brasil tem alto potencial para a fauna subterrânea, abrigando mais de 20.201 cavidades, formadas por diferentes litologias, tais como calcário, arenito, quartzito, granito, minério de ferro e cavernas de xisto (Canie 2020). Contudo, a maioria das cavernas não estão incluídas em unidades de conservação (*e.g.*, parques, APA, RPPN) ou em programas de proteção ambiental e programas de monitoramento desta fauna única (Gallão & Bichuette 2018).

A ordem Geophilomorpha Pocock, 1895 é a mais diversa dentre todas as ordens de centopeias, com cerca de 1.250 espécies (Bonato & Zapparoli 2011) distribuídas em 13 famílias (Edgecombe 2011; Bonato 2011). Embora haja várias propostas de filogenias para a ordem Geophilomorpha, este trabalho segue a proposta por Edgecombe (2011) e Bonato (2011). Representantes de Geophilomorpha são caracterizados, principalmente,

pelo hábito fossorial, ausência de olhos, tronco com 27–191 pares de pernas, corpo alongado podendo variar entre 5–140 mm de comprimento e, geralmente, um número fixo de artículos antenais (14 artículos). São dióicos, mas o dimorfismo sexual é pouco evidente, apenas em algumas espécies o macho tem o último par de pernas mais dilatado que as fêmeas (Foddai *et al.* 2002).

Para o Brasil, atualmente são registradas sete famílias de Geophilomorpha: Geophilidae Leach, 1815; Ballophilidae Cook, 1896; Oryidae Cook, 1896; Mecistocephalidae Bollman, 1893; Macronicophilidae Verhoeff, 1925; Aphilodontidae Silvestri, 1909 e Schendylidae Cook, 1896 (Foddai *et al.* 2004; Bonato *et al.* 2016). Com cerca de 560 espécies alocadas em 100 gêneros, Geophilidae é uma família altamente diversificada com distribuição cosmopolita (Bonato & Zapparoli 2011).

Representantes de Geophilidae apresentam o corpo frequentemente delgado mas com forma variável, a cabeça ligeiramente ou moderadamente alongada e antenas delgadas. O labro, muitas vezes composto por uma parte intermediária estreita com tubérculos e duas partes laterais mais largas com cerdas. As mandíbulas com apenas uma lamela pectinada e a segunda maxila variável, o coxoesternito frequentemente não dividido e as garras usualmente sem filas de filamentos. O segmento forcipular geralmente é alongado e largo, o coxoesternito geralmente possui duas linhas esclerotizadas paramedianas. O número de segmentos portadores de pernas é variável dentro de cada espécie, entre 29 a 125. Os poros esternais frequentemente presentes, apresenta disposição variável. Os órgãos coxais geralmente presentes, abrem-se através de poros distintos ou agrupados. Os gonópodes femininos geralmente apresentam-se como uma lâmina indivisa (Bonato 2011).

No Brasil, são reconhecidas apenas 11 espécies epígeas de Geophilidae alocadas em quatro gêneros: *Hyphydrophilus* Pereira, Minelli & Barbieri, 1994, *Ribautia* Brölemann, 1909, *Schizonampa* Chamberlin, 1914 e *Geophilus* Leach, 1814 (Bonato *et al.* 2016).

Hyphydrophilus é endêmico da Região Neotropical e um dos gêneros geofílicos menos conhecidos em diversidade na América do Sul (Pereira 2016) com três espécies descritas: *Hyphydrophilus adisi* Pereira, Minelli & Barbieri, 1994, procedente do estado do Amazonas, Brasil, *Hyphydrophilus projectus* Pereira, Foddai & Minelli, 2000, *Hyphydrophilus minelli* Pereira, 2016, com ocorrência na Província de Salta, Departamento de Oran, noroeste de Águas Blancas, Argentina.

Ribautia é um táxon pantropical, podendo ser encontrado em uma grande variedade de ambientes, em diferentes altitudes (Pereira 2014). Atualmente, esse gênero aparece com 54 espécies descritas (Bonato *et al.* 2016) e sete ocorrem no Brasil: *Ribautia bouvieri*, Brölemann, 1909, *Ribautia centralis* Silvestri, 1907, *Ribautia ducalis* Pereira, Minelli & Barbieri, 1995, *Ribautia difficilis* Pereira, Minelli & Barbieri, 1995, *Ribautia proxima* Pereira, Minelli A. & Barbieri, 1995, *Ribautia onycophaena* Pereira, Foddai & Minelli 2000 e *Ribautia donatellae* Pereira, Uliana & Minelli, 2006.

Schizonampa é um gênero com distribuição na América do Norte e Sul, e Continente Africano (Bonato *et al.* 2016; Iorio & Coulis 2019). Atualmente são reconhecidas pelo menos cinco espécies para o gênero, sendo descrita para o Brasil a espécie *Schizonampa manni* Chamberlin, 1914 no estado do Pará. *Geophilus* é o gênero mais diverso de Geophilidae com pelo 137 espécies catalogadas no Chilobase (Bonato *et al.* 2016). No Brasil é representado pela espécie *Geophilus kobelti* Attems, 1903 que tem ocorrência no estado do Rio de Janeiro.

Embora Geophilidae seja uma família com grande riqueza de espécies, há poucos trabalhos realizados com fauna subterrânea. Dessa forma, estudos taxonômicos são necessários diante a escassez de trabalhos com espécies do grupo no Brasil e a necessidade de revisões com os táxons. Pesquisas como estas devem ser encorajadas, pois, subsidiam futuros estudos de sistemática, auxiliam na compreensão das relações entre os taxa de Geophilidae, revelam sua diversidade biológica, bem como agregam mais informações sobre seus habitats. Com base nisso, o presente estudo estrutura-se em dois capítulos:

Capítulo I: Estudo taxonômico de centopeias da família Geophilidae (Chilopoda: Geophilomorpha) de cavernas brasileiras.

Capítulo II: Avaliação do estado de conservação de centopeias da família Geophilidae (Chilopoda: Geophilomorpha) de cavernas brasileiras.

REFERÊNCIAS

- Bonato, L. & Zapparoli, M. (2011) Chilopoda: Geographical Distribution. *In:* Minelli, A. (Ed.) *Treatise on Zoology – Anatomy, Taxonomy, Biology – The Myriapoda*. Brill, Leiden, 327–337.
- Bonato, L., Chagas Junior, A., Edgecombe, G. D., Lewis, J. G. E., Minelli, A., Pereira, L. A., Shelley, R. M., Stoev, P. & Zapparoli, M. (2016) *ChiloBase 2.0 – A world catalogue of centipedes (Chilopoda)*. <http://chilobase.biologia.unipd.it>

- Canie (2020) *Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas*. Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas – CECAV. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cecav/> (10 fev. 2020).
- Edgecombe, G. D. (2011) Chilopoda – Phylogeny. In: Minelli, A. (Ed.) *Treatise on Zoology – Anatomy, Taxonomy, Biology – The Myriapoda*. Brill, Leiden, p. 339–354.
- Foddai, D. Minelli, A. & Pereira, L. A. (2002) Geophilomorpha. In: Adis, J. *Amazonian Arachnida and Myriapoda*. Bulgaria (Sofia): Pensoft, cap. 5, 459–474.
- Foddai, D., Pereira, L. A. & Minelli, A. (2004) The geophilomorph centipedes (Chilopoda) of Brazilian Amazonia. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología*, vol. 75 (2), 271-282.
- Gallão, J. E. & Bichuette, M. E. (2018) Brazilian obligatory subterranean fauna and threats to the hypogean environment. *ZooKeys*, 746, 1–23.
- Iorio, E & Coulis, M. (2019) Description of a new species of the genus *Schizonampa* discovered in Martinique (Chilopoda, Geophilidae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 124 (3), 285–292.
- Juberthie, C. (2000) The diversity of the karstic and pseudokarstic hypogean habitats in the world. In: Wilkens, H. Culver, D. C. & Humphreys, W. F. (Eds.). *Ecosystems of the World: Subterranean Ecosystems*. Netherlands (Amsterdam), 17–39.
- Langecker, T. G. (1989) Studies on the light reaction of epigeal and cave populations of *Astyanax fasciatus* (Characidae, Pisces). *Memorie Biospeologie*, v. 16, 169–176.
- Leach, W. E. (1814) Crustaceology. In: Brewster, D. (ed.) *The Edinburgh Encyclopaedia – Blackwood*. Edinburgh, 7 (2), 383-437.
- Pereira, L. A. (2014) First report of geophilid centipedes of the genus *Ribautia* (Myriapoda: Chilopoda: Geophilomorpha) from the Atlantic Forest biome, with description of a new miniature species from Misiones Province, Northeastern Argentina. *Zootaxa*, 3779, 433–55.
- Pereira, L. A. (2016) First record of the endemic Neotropical genus *Hyphydrophilus* (Chilopoda: Geophilomorpha, Geophilidae) from Argentina, with description of *H. minellii* sp. nov., a new centipede with small tentorial process, inhabiting the Yungas. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 51 (1), 1-12.
- Racovitza, E. G. (1907) Essai sur les problèmes biospéologiques. *Archives de Zoologie Experimentale et Générale*, v. 6, 371–488.

- Trajano, E. (2000) Cave faunas in the Atlantic tropical rain forest: composition, ecology and conservation. *Biotropica*, 32(4), 882–894.
- Trajano, E. (2003) Ecology and ethology of subterranean fishes. *In*: Arratia, G., Kapoor, B. G., Chardon, M. & Diogo, R. (eds.). *Cafishes*, v. 2. Science Publs, Enfield, 812 pp.
- Trajano, E. & Bichuette M. E. (2006) *Biologia Subterrânea: Introdução*. São Paulo: Redespeleo, 92 pp.

CAPÍTULO I**ESTUDO TAXONÔMICO DE CENTOPEIAS DA FAMÍLIA GEOPHILIDAE
LEACH, 1815 (CHILOPODA: GEOPHILOMORPHA) DE CAVERNAS
BRASILEIRAS**

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Holótipo de *Hyphydrophilus* sp. nov. 1, fêmea. A) Detalhes da forma dos artículos antenais em vista dorsal. B) Área clipeal (clip) com quatro cerdas dispostas. C) Labro (lab), porção mediana e peças laterais. D) Mandíbula. E) Maxilas em vista ventral com detalhes da quetotaxia e forma da garra do telopodito da II maxila. F) Segmento forcipular. 32
- Figura 2.** Holótipo de *Hyphydrophilus* sp. nov. 1, fêmea. A) Esternito em vista ventral, com detalhes da disposição dos poros (vp) na porção inferior do metaesternito, presença da fossa transversa (tf) na porção superior do metaesternito. B) Esternito da porção mediana do corpo em vista ventral, com detalhes da distribuição dos poros (vp) divididos em dois campos separados na porção superior do metaesternito. C) Segmento coxopleural em vista ventral com detalhes da distribuição dos órgãos coxais (cp) na coxopleura.... 33
- Figura 3.** Holótipo de *Hyphydrophilus* sp. nov. 2, macho. A) Detalhes dos artículos antenais e forma da placa cefálica em vista dorsal. B) Área clipeal (clip) com quatro cerdas próximas a região central e detalhes da forma do labrum (lab). C) Mandíbula. D) Maxilas em vista ventral com detalhes da quetotaxia e forma da garra do telopodito da II maxila. E) Segmento forcipular..... 36
- Figura 4.** Holótipo de *Hyphydrophilus* sp. nov. 2, macho. A) Segmento coxopleural em vista ventral com detalhes da distribuição dos órgãos coxais (cp) na coxopleura. B) Artículos finais e forma da garra final do último par de pernas. 37
- Figura 5.** Holótipo de *Ribautia* sp. nov. 1, fêmea. A) Detalhes dos artículos antenais e forma da placa cefálica em vista ventral. B) Detalhes da placa cefálica em vista dorsal e primeiro tergito do tronco de formato trapeziforme. C) Área clipeal (clip) com quatro cerdas próximas. D) Labrum (lab)..... 41
- Figura 6.** Holótipo de *Ribautia* sp. nov. 1, fêmea. A) Maxilas em vista ventral com detalhes da quetotaxia e forma da garra do telopodito da II maxila. B) Segmento forcipular. C) Segmento coxopleural em vista ventral com detalhes da distribuição dos órgãos coxais (cp) na coxopleura. D) Último par de pernas e forma da garra final..... 42
- Figura 7.** Holótipo de *Ribautia* sp. nov. 2, macho. A) Detalhes dos artículos antenais e forma da placa cefálica em vista ventral, área clipeal (clip) com quatro cerdas próximas na porção distal da placa, e labrum (lab) na porção proximal. B) Detalhes das peças do labro. C) Primeira maxila. D) Segunda maxila em vista ventral com detalhes da quetotaxia e garra final do telopodito. E) Segmento forcipular. 45

- Figura 8.** Holótipo de *Ribautia* sp. nov. 2, macho. A) Segmento coxopleural em vista ventral com detalhes da distribuição dos órgãos coxais (cp) na coxopleura. B) Artículos finais e forma da garra final do último par de pernas..... 46
- Figura 9.** Holótipo de *Schizonampa* sp. nov. 1, macho. A) Detalhes dos artículos antenais e forma da placa cefálica em vista ventral, área clipeal (clip) com quatro cerdas próximas a região central. B) labrum (lab). C) Mandíbula. D) Maxilas em vista ventral com detalhes da quetotaxia e forma da garra do telopodito da II maxila, I maxila com projeção lateral em forma de palpo. E) Segmento forcipular..... 50
- Figura 10.** Holótipo de *Schizonampa* sp. nov. 1, macho A) Segmento coxopleural em vista ventral com detalhes da distribuição dos órgãos coxais (cp) na coxopleura e formato do esternito. B) Último par de pernas e garra final em forma de tubérculo. 51
- Figura 11.** Mapa de distribuição das espécies de Geophilidae que ocorrem em cavidades naturais subterrâneas no Brasil..... 52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Comparação morfológica entre as espécies epígeas de <i>Hyphdrophilus</i> e as espécies de <i>Hyphdrophilus</i> descritas no presente estudo.....	60
Tabela 2. Comparação morfológica entre espécies epígeas de <i>Ribautia</i> do Brasil (com base em material-tipo analisado) e espécies de <i>Ribautia</i> descritas no presente estudo..	62
Tabela 3. Comparação morfológica entre a espécie <i>Schizonampa</i> sp. nov. 1 e suas congêneres.	65
Tabela 4. Comparações das medidas entre as novas espécies de <i>Hyphdrophilus</i> , <i>Ribautia</i> e <i>Schizonampa</i> reconhecidas neste estudo e espécies epígeas de <i>R. ducalis</i> , <i>R. onycophaena</i> , <i>R. difficilis</i> , <i>R. proxima</i> . As abreviações são referentes as medidas (ver lista de abreviações).	67

LISTA DE ABREVIACÕES

a.a. Articulo Antenal

Lb. Labro

clip. Clípeo

Cp. Poro coxal

vp. Poro ventral

tf. Fossa transversa

CT. Comprimento total do corpo

LT. Largura Máxima do Corpo

LCP. Largura Placa Cefálica

CCP. Comprimento da Placa Cefálica

AA. Relação de tamanho total das antenas

IAAC. Comprimento do Primeiro Articulo Antenal

IAAL. Largura do Primeiro Articulo Antenal

IIAAC. Comprimento do Segundo Articulo Antenal

IIAAL. Largura do Segundo Articulo Antenal

IIIAAC. Comprimento do Terceiro Articulo Antenal

IIIAAL. Largura do Terceiro Articulo Antenal

XIVAAC. Comprimento do Último Articulo Antenal

XIVAAL. Largura do Último Articulo Antenal

LCX. Largura Máxima do Coxoesternito Forcipular

CP. Comprimento máximo do último segmento portador de pernas até o pré-tarso da perna final

USC. Comprimento do Último Esternito

USL. Largura Último Esternito

PI. Perna locomotora I

PII. Perna locomotora II

PIII. Perna locomotora III

Estudo taxonômico de centopeias da família Geophilidae Leach, 1815 (Chilopoda: Geophilomorpha) de cavernas brasileiras

RÉGIA MAYANE PACHECO FONSECA^{1,2,4}, MARIA ELINA BICHUETTE³ & AMAZONAS CHAGAS-JR¹

¹Laboratório de Sistemática e Taxonomia de Artrópodes Terrestres, Departamento de Biologia e Zoologia, Instituto de Biociências, Universidade Federal de Mato Grosso, Avenida Fernando Correa da Costa, 2367, Boa Esperança, 78060–900, Cuiabá, MT, Brasil

²Programa de Pós-Graduação em Zoologia da Universidade Federal de Mato Grosso, Avenida Fernando Correa da Costa, 2367, Boa Esperança, 78060–900, Cuiabá, MT, Brasil

³Laboratório de Estudos Subterrâneos, Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva, Universidade Federal de São Carlos, Rodovia Washington Luís, Km 235, São Carlos, São Paulo, 13565-905, Brasil

⁴Autor para correspondência: E-mail: mayane.bio21@gmail.com

Resumo

Geophilidae é uma família diversa e com distribuição cosmopolita. No Brasil, são conhecidas 11 espécies epígeas atribuídas aos gêneros *Hyphydrophilus*, *Ribautia*, *Schizonampa* e *Geophilus*. Pesquisas recentes sugerem a necessidade de revisões taxonômicas abrangentes em Geophilidae a fim de se esclarecer as relações entre os grupos, além disso, há poucos trabalhos com espécies desse grupo no Brasil. Dessa forma, o presente estudo tem por objetivo estudar as centopeias da família Geophilidae ocorrentes em cavernas brasileiras e verificar a existência de caracteres troglomórficos nas espécies estudadas. Para isso, foram examinados e posteriormente dissecados 18 espécimes de centopeias provenientes de 12 cavernas. As identificações foram baseadas em chaves de identificação e bibliografia especializada. De todos os exemplares foram feitas fotografias e desenhos esquemáticos para confecção de pranchas, 20 medidas de comprimento e/ou largura foram realizadas nos espécimes cavernícolas e em exemplares não cavernícolas para fins comparativos a fim de verificar se há tendência de alongamentos dos apêndices. Com base em padrões morfológicos, foram reconhecidas duas espécies novas para o gênero *Hyphydrophilus*, duas para *Ribautia* e uma espécie nova pertencente ao gênero *Schizonampa*, ampliando os registros de distribuição da família para as regiões Nordeste e Sudeste do país. Não foi evidenciado troglomorfismos nas espécies descritas. Este é o primeiro estudo com geofilídeos de cavernas brasileiras, sendo extremamente relevante para conhecimento da riqueza de espécies de Geophilidae

no país e da diversidade cavernícola das áreas cársticas amostradas, subsidiando futuros estudos de taxonomia e sistemática do grupo.

Palavras-chave: artrópodes; ambiente subterrâneo; espécies; morfologia; taxonomia.

Abstract

Geophilidae is a diverse family with a cosmopolitan distribution. In Brazil, 11 epigeal species attributed to the genera are known: *Hyphydrophilus*, *Ribautia*, *Schizonampa* and *Geophilus*. Recent research suggests the need for comprehensive taxonomic revisions in Geophilidae in order to clarify the relationships between the groups, in addition, there are few studies with species of this group in Brazil. Thus, the present study aims to studying the centipedes of the Geophilidae family occurring in Brazilian caves and to verify the existence of troglomorphic characters in the studied species. For this, 18 specimens of centipedes from 12 caves were examined and subsequently dissected. The identifications were based on identification keys and specialized bibliography. Of all the specimens, photographs and schematic drawings were made for making plates, 20 measurements of length and/or width were taken in the cave specimens and in non-cave specimens for comparative purposes in order to check if there is a tendency to stretch the appendages. Based on morphological patterns, two new species were recognized for the *Hyphydrophilus*, two for the *Ribautia* genus and a new species belonging to the *Schizonampa* genus, expanding the family distribution records for the Northeast and Southeast regions of the country. No troglomorphisms were found in the described species. This is the first study with geophilids from Brazilian caves, being extremely relevant for knowledge of the richness of Geophilidae species in the country and of the cavernous diversity of the sampled karst areas, supporting future studies of taxonomy and systematics of the group.

Key words: arthropods; morphology; species; underground environment; Taxonomy.

Introdução

Geophilidae Leach, 1815 é uma família altamente diversificada com distribuição cosmopolita, possui cerca de 560 espécies descritas distribuídas em 100 gêneros (Bonato & Zapparoli 2011). No Brasil, são reconhecidas apenas 11 espécies epígeas de Geophilidae alocadas nos gêneros: *Hyphydrophilus* Pereira, Minelli & Barbieri, 1994, *Ribautia* Brölemann, 1909, *Schizonampa* Chamberlin, 1914 e *Geophilus* Leach, 1814.

Estudos com geofilídeos cavernícolas são escassos. Atualmente, são conhecidas apenas três espécies do gênero *Geophilus* descritas para cavernas: *Geophilus guanophilus* Verhoeff, 1939 na Itália, *Geophilus persephones* Foddai & Minelli, 1999 no sul da França e *Geophilus hadesi* Stoev et al., 2015 em uma caverna do sistema Lukina Jama-Trojama, na Croácia (Verhoeff 1939, Foddai & Minelli 1999, Stoev et al. 2015).

No Brasil, embora haja um grande número de cavernas atualmente cadastradas nenhuma espécie de Geophilidae proveniente de ambientes subterrâneos foi descrita. Chagas-Jr & Bichuette (2018) realizaram uma sinopse de Chilopoda com registros em cavernas brasileiras e listaram 47 morfoespécies de centopeias distribuídas em 11 estados, e Geophilomorpha representou 26% dos registros, distribuídos em cinco famílias e seis gêneros. Todas as morfoespécies de geofilomorfos foram identificadas no máximo em nível genérico, e pelo menos três gêneros de Geophilidae foram citados, *Ribautia*, *Schizonampa* e *Hyphydrophilus* (Chagas-Jr & Bichuette 2018).

Conforme a literatura, estudos taxonômicos com Geophilidae são extremamente necessários (Bonato et al. 2014), diante a escassez de estudos com espécies desse grupo no Brasil e da problemática associada a táxons que precisam ser revisados. Com base nisso, este estudo objetiva estudar as espécies cavernícolas de Geophilidae depositadas em coleções científicas brasileiras. Além disso, avaliam-se possíveis troglomorismos nas espécies analisadas e amplia os registros de distribuição do grupo, representando a primeira pesquisa voltada especificamente para centopeias da família Geophilidae de cavernas brasileiras.

Material e Métodos

Foram analisados 79 espécimes de centopeias previamente identificados como Geophilidae. Desse total, 11 exemplares pertenciam a família Geophilidae (quatro espécimes de *Schizonampa*, cinco espécimes de *Hyphydrophilus* e três espécimes de *Ribautia*), provenientes de nove cavernas situadas nos estados do Pará, Minas Gerais, São Paulo e Bahia. Foram ainda examinados 11 espécimes (material epígeo) das espécies *Ribautia ducalis* Pereira, Minelli & Barbieri, 1995, *Ribautia difficilis* Pereira, Minelli &

Barbieri, 1995, *Ribautia proxima* Pereira, Minelli A. & Barbieri, 1995 e *Ribautia onycophaena* Pereira, Foddai & Minelli 2000, e, sete espécimes das espécies *Hyphydrophilus adisi* Pereira, Minelli & Barbieri, 1994 e *Hyphydrophilus projectus* Pereira, Foddai & Minelli, 2000 para fins comparativos.

Abaixo estão listadas as instituições as quais foram solicitadas o empréstimo de material:

IBSP – Instituto Butantan, São Paulo, Brasil;

MZUSP – Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil;

CZUFMT – Coleção Zoológica da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Cuiabá, Mato Grosso, Brasil;

LES – Coleção Zoológica do Laboratório de Estudos Subterrâneo, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, Brasil;

INPA – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Amazonas, Brasil.

Análise morfológica

Foram observadas as estruturas e os caracteres reconhecidos para o grupo, além de novos caracteres, como: margem lateral da placa cefálica, forma e distribuição das aberturas dos órgãos coxais na coxopleura, borda interna da garra forcipular (lisa ou serrilhada) e formato do esternito coxopleural. Todos os espécimes foram analisados utilizando estereomicroscópio e dissecados com base nos procedimentos de dissecação e montagem de lâminas descritos por Pereira (2000) e Foddai *et al.* (2002).

Descrições e terminologias

As identificações dos exemplares foram baseadas em literaturas específicas, chaves de identificações e trabalhos de descrições referentes aos gêneros de Geophilidae (Brölemann 1909, Silvestri 1907, Pereira *et al.* 1994, Pereira *et al.* 1995, Pereira *et al.* 2000, Foddai *et al.* 2002, Foddai *et al.* 2002, Pereira *et al.* 2006, Attems 1903, Chamberlin 1912, 1914). Para as descrições, buscou-se modelos de diagnose completa baseados nos trabalhos acima citados. A terminologia para anatomia externa segue Bonato *et al.* (2010). Para reconhecimento de espécie neste estudo, aplicou-se o critério de diagnose morfológica em que populações que compartilhem padrões parentais únicos de ancestralidade e descendência são reconhecidas como espécies, de acordo com Cracraft (1983).

Fotografias multifocais, ilustrações e mensurações

Imagens da anatomia das peças bucais (labro, mandíbulas, primeira maxila e segunda maxila), forcípulas, antenas, últimas pernas, órgãos coxais, presença e disposição de cerdas ao longo do corpo, poros ventrais e características dos esternitos, foram capturadas com auxílio de um estereomicroscópio Leica (M205C) com sistema de captura de imagem acoplado, Fotomicroscópio Olympus Bx51 e Microscópio Leica DM500. As edições de imagens e montagens de pranchas foram feitas nos programas Adobe Photoshop CC 2015 e CorelDRAW X7, respectivamente. As ilustrações foram confeccionadas através de vetorização das fotografias utilizando o programa CorelDRAW X7.

Mensurações

Medidas de comprimento foram feitas utilizando o *Software* de aquisição de imagens do Microscópio Leica DM500 e o programa ImageJ. Foram consideradas 20 mensurações determinadas a partir da literatura (cinco primeiras), além de novas medidas realizadas pelo presente estudo: Comprimento total do corpo (CT); Largura máxima do corpo (LT); Largura da Placa cefálica (LCP); Comprimento da Placa cefálica (CCP); Antenas (relação comprimento x tamanho da placa cefálica) (AA); I artículo antenal, comprimento (IAAC); I artículo antenal, largura (IAAL); I artículo antenal, comprimento (IAAC); II artículo antenal, largura (IIAAL); III artículo antenal, comprimento (IIIAAC); III artículo antenal, largura (IIIAAL); XIV artículo antenal, comprimento (XIVAAC); XIV artículo antenal, largura (XIVAAL); Largura máxima do coxoesternito forcipular (LCX); Comprimento máximo do último segmento portador de pernas até o pré-tarso da perna final (CP); Comprimento do último esternito (USC); Largura do último esternito (USL); Comprimento da perna locomotora I, II e III, respectivamente (PI, PII, PIII). Todas as medidas foram fornecidas em milímetros e utilizadas para comparação entre as espécies cavernícolas e epígeas tratadas neste estudo a fim verificar se há tendência de alongamento dos apêndices, determinando possíveis troglomorismos.

Produção de mapas

Mapas de distribuição geográfica das espécies foram confeccionados utilizando o programa QGIS 2.18, a partir das coordenadas disponíveis nas etiquetas do material examinado. As coordenadas geográficas das localidades quando não mencionadas nas etiquetas foram obtidas por meio de busca no site *Global Gazetteer* (<http://www.fallingrainov.com>) e convertidas, por meio do conversor *Species Link*

(<http://splink.cria.org.br/conversor>), quando indicadas nas etiquetas. As informações sobre os tipos de litologia das áreas de ocorrência das espécies foram extraídas do banco de dados do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Caverna (CECAV-ICMBio) e fornecidas pelas os coletores dos exemplares.

Resultados e Discussão

Taxonomia

Ordem Geophilomorpha Pocock, 1895

Família Geophilidae Leach, 1815

Hyhydrophilus Pereira, Minelli & Barbieri, 1994

Diagnose. Placa cefálica distintamente mais longa que larga; área clipeal com uma área única, mediana, areolada. Primeiras maxilas sem projeção na margem lateral do coxoesterno, presente no telopodito, mas rudimentares ou vestigiais. Segundas maxilas com coxosternito separado por um estroma não esclerotizado, cantos anterointernais de coxosternito sem processos, apresentam, primeiro e segundo artículos do telopodito com ou sem processo distoectal, garra do telopodito simples. Tergito forcipular distintamente mais estreito que o tergito subsequente, suturas forcipulares pleuroxesternais que se estendem obliquamente para as margens laterais das pleuras, linhas quitinosas presentes, quase completas, mas não muito evidentes. Poros esternais presentes. Coxopleura do segmento final de suporte de perna, cada um com dois órgãos coxais internos de estrutura simples. Pernas do último par com sete artículos, pré-tarso em forma de garra bem desenvolvida (Pereira 2016).

Distribuição geográfica. América do Sul (Brasil e Argentina).

Espécie-tipo: *Hyhydrophilus adisi* Pereira, Minelli e Barbieri, 1994.

Composição de *Hyhydrophilus*:

Hyhydrophilus adisi Pereira, Minelli e Barbieri, 1994, Brasil: Amazonas.

Hyhydrophilus projectus Pereira, Foddai & Minelli, 2000, Brasil: Amazonas.

Hyhydrophilus minelli Pereira, 2016, Argentina.

***Hyhydrophilus* sp. nov. 1**

(Figuras 1–2)

Material tipo examinado. 1 ♀, holótipo (LES 0000010591), Brasil, São Paulo, Iporanga, Gruta Laje Branca (24°32'54"S, 48°43'17"W), coletado em 23.IV.1992 por Trajano, E.

Diagnose: 11-13 órgãos coxais abrindo-se separadamente, apenas na região ventral da coxopleura. Porção mediana do labro com ca. de 7 de dentes pontiagudos. Segmento forcipular com tarsungula fortemente curvado e com um dentículo basal. Coxoesternito forcipular sem dentículos. Canto interno do coxoesternito forcipular sem projeção.

Descrição do holótipo: Comprimento máximo de corpo (21 mm), largura máxima do corpo (0,61 mm) e 41 segmentos portadores de pernas locomotoras. Poros ventrais presentes, apresentando-se em campos separados em formato oval na porção superior do metaesternito ou em formato de elipse em esternitos da porção final do corpo. Fossa transversa presente. Coloração (material fixado), corpo amarelo claro, forcípula castanho amarelado, dentículo basal da garra forcipular e borda externa do segmento forcipular com uma mancha circular na mesma cor da forcípula.

Placa cefálica: Relação comprimento e largura da placa cefálica: 0,63 mm x 0,58 mm. Margem anterior arredondada, ligeiramente convexa no meio. Região posterior reta com bordas arredondadas. Extremidades laterais arredondadas. Cerdas dispostas aleatoriamente em toda extensão da placa. Sutura paraclipeal bem evidente (Figura 1A).

Antenas: Antenas 2,49 vezes maior que a placa cefálica, situadas distalmente. Primeiro artigo antenal mais largo que longo. Relação entre o comprimento e a largura do primeiro, segundo e terceiro a.a., respectivamente: 0,12 mm x 0,17 mm; 0,14 mm x 0,12 mm; 0,15 mm x 0,10 mm. Do segundo a.a. até o sexto a.a., os antenômeros apresentam-se uniformemente mais longos que largos, do sétimo a.a. ao penúltimo, apresentam-se homogêneos, proporção comprimento e largura não muito variável. Último artigo antenal mais longo que largo, medindo 0,19 mm de comprimento e 0,08 mm de largura. Cerdas do tipo a, b e c, presentes (Figura 1A).

Clípeo: Área pouco areolada, cerdas presentes 1+1 (Figura 1B).

Labro: Porção mediana pouco desenvolvida, com ca. de 7 dentículos pontiagudos. Peças laterais bem desenvolvidas, lamelas pectinadas alongadas (Figura 1C).

Mandíbula: Morfologia seguindo o padrão do grupo. Lamela pectinada com ca. de 17 dentes (Figura 1D).

Primeira maxila: Coxoesternito visível, bem desenvolvido, não coberto pela II maxila. Artigo basal sem projeções laterais. Artigo distal bem desenvolvido, alongado, de

ponta arredondada e com 3+3 cerdas. Projeção coxal com 4+4 cerdas e porção apical arredondada (Figura 1E).

Segunda maxila: Coxoesternito unido medialmente por um istmo membranoso areolado. Articulo basal sem projeção lateral, com sensilas presentes. Articulo mediano sem projeção lateral externa, com 1+1 cerdas presentes, sensilas presentes. Articulo distal com ca. de 5+5 cerdas dispostas. Garra (pré-tarso) bem desenvolvida e levemente pigmentada. Coxoesternito bem desenvolvido, com sensilas dispostas (Figura 1E).

Segmento forcipular: Forcípula com garra ligeiramente curvada, *tarsungula* com um denticulo basal pigmentado. Coxoesternito sem denticulo, trocanter do pré-fêmur sem denticulo, linhas quitinosas presentes. Coxoesterno forcipular medindo 0,68 mm de largura máxima (Figura 1F).

Pernas locomotoras: Primeiro par de pernas menor que as posteriores. Relação comprimento do primeiro, segundo e terceiro par de pernas locomotoras: 0,70 mm x 0,99 mm x 1,10 mm. Pré-tarso bem desenvolvido e ligeiramente curvo.

Tergitos (do 1 ao penúltimo): Primeiro tergito trapeziforme. A partir do segundo segmento do corpo, os tergitos apresentam-se uniformes, de forma retangular, com bordas levemente arredondadas. Pré-tergito bem evidente. Cerdas dispostas em todo dorso.

Esternitos (do 1 ao penúltimo): Ausência de poros no esternito 1. Campos de poros presentes a partir do esternito 2 até o penúltimo segmento, apresentando um formato de elipse até a região mediana, região mediana com campos de poros separados em formato oval na porção superior do metaesternito. Fossa transversa presente (Figura 1A, 1B).

Último segmento portador de pernas: Órgãos coxais em 11+13 abrindo-se separadamente na coxopleura, somente na região ventral (Figura 1C). Metaesternito medindo 0,47 mm de largura e 0,44 mm de comprimento. Comprimento total da coxopleura ao pré-tarso de 1,07 mm. Poros anais não evidente.

Distribuição: Gruta Laje Branca, Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR), São Paulo, Brasil (Figura 11).

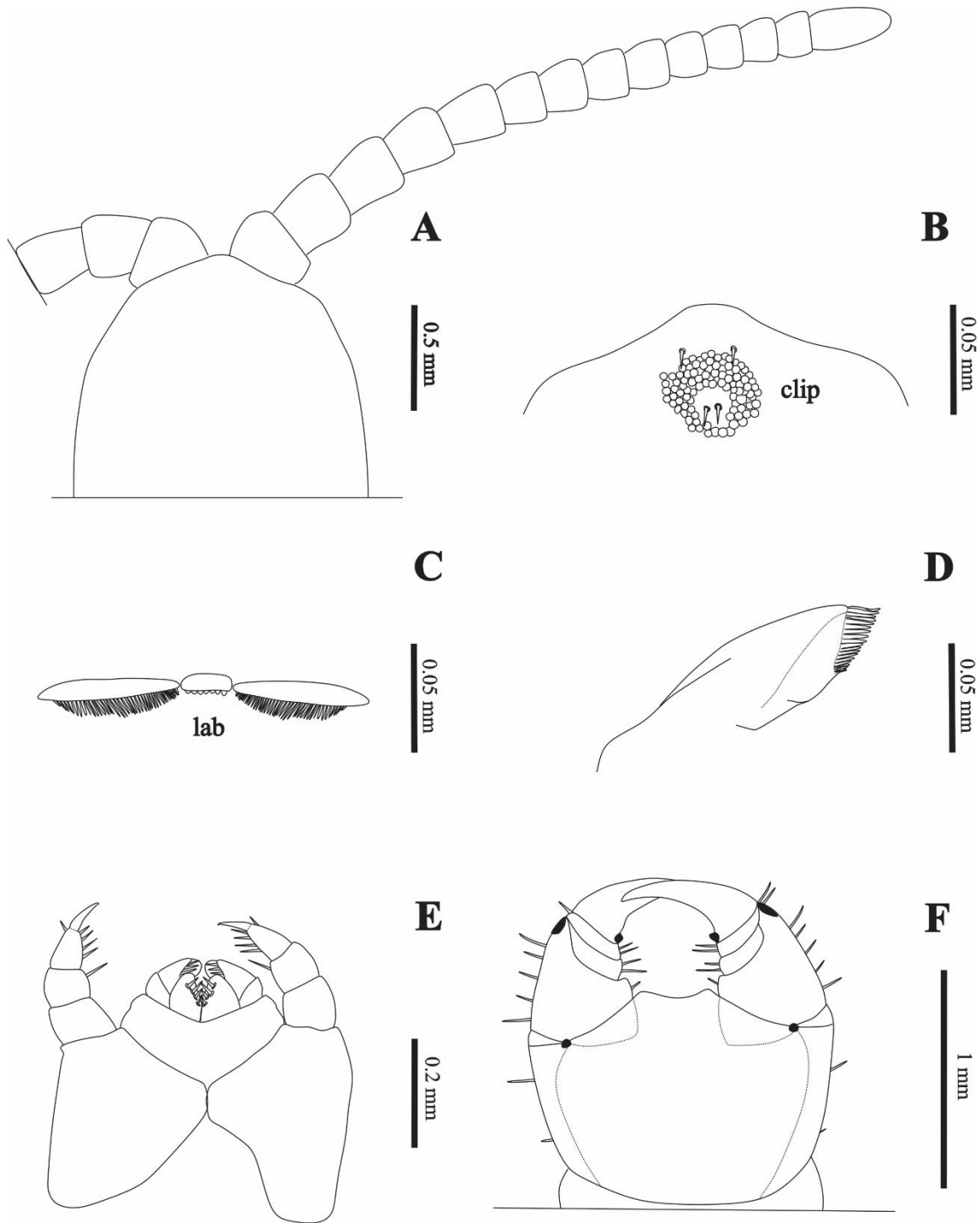


Figura 1. Holótipo de *Hyphydrophilus* sp. nov. 1, fêmea. A) Detalhes da forma dos artículos antenais em vista dorsal. B) Área clipeal (clip) com quatro cerdas dispostas. C) Labro (lab), porção mediana e peças laterais. D) Mandíbula. E) Maxilas em vista ventral com detalhes da quetotaxia e forma da garra do telopodito da II maxila. F) Segmento forcipular.

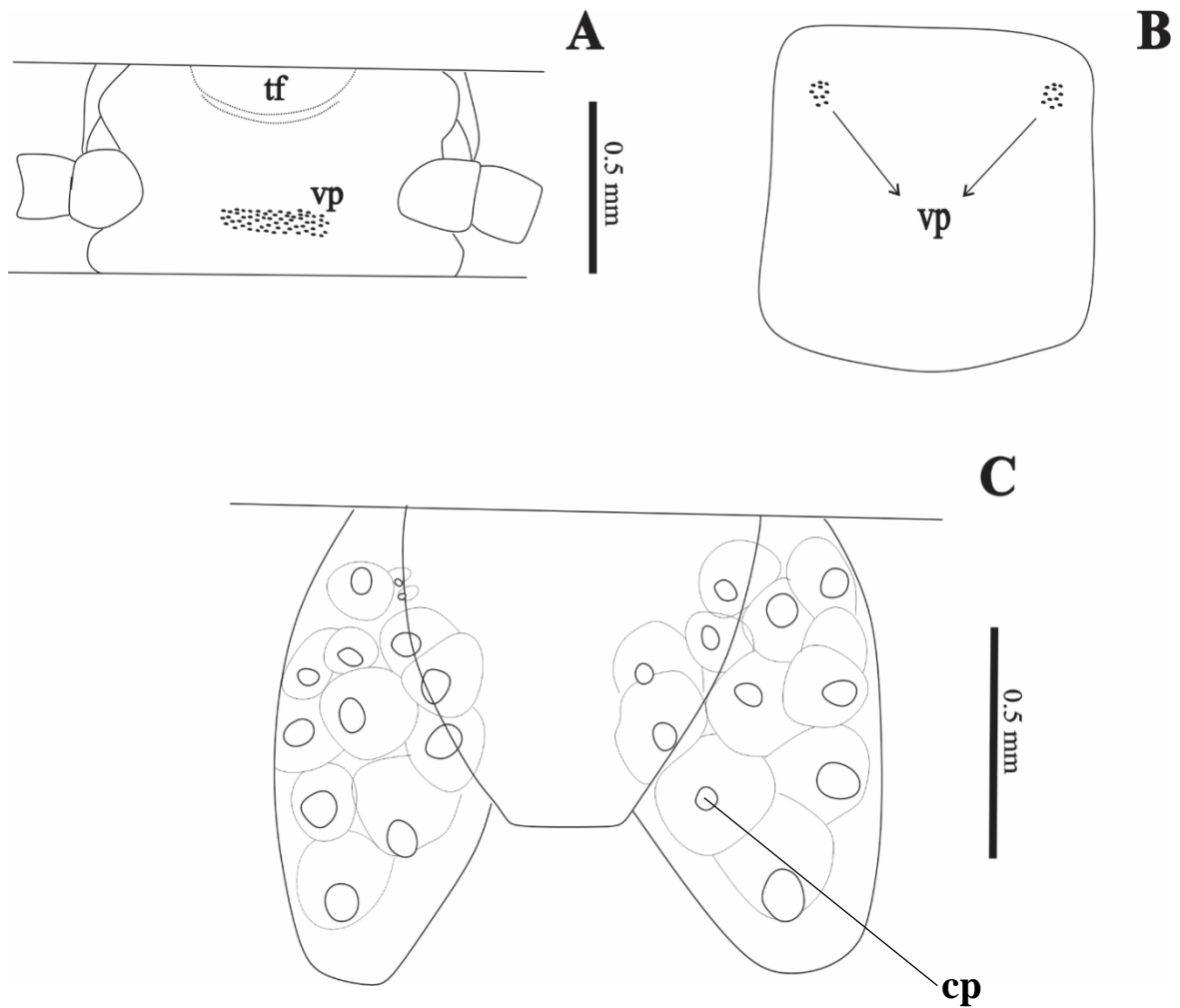


Figura 2. Holótipo de *Hyphydrophilus* sp. nov. 1, fêmea. A) Esternito em vista ventral, com detalhes da disposição dos poros (vp) na porção inferior do metaesternito, presença da fossa transversa (tf) na porção superior do metaesternito. B) Esternito da porção mediana do corpo em vista ventral, com detalhes da distribuição dos poros (vp) divididos em dois campos separados na porção superior do metaesternito. C) Segmento coxopleural em vista ventral com detalhes da distribuição dos órgãos coxais (cp) na coxopleura.

***Hyphrophilus* sp. nov. 2**

(Figuras 3–4)

Material tipo. 1 ♂, holótipo (IBSP 5549), Brasil, Pará, Parauapebas, Gruta S11D-94, Am. 32 (6°23'41"S, 50°19'17"W), coletado em 13-30.I.2010, por Andrade *et al.* 1 ♂, parátipo (IBSP 5529), Brasil, Pará, Parauapebas, Gruta S11D-94, Am. 31 (6°23'41"S, 50°19'17"W), coletado em 13-30.I.2010, por Andrade *et al.* 1 ♂, (IBSP 5544), Brasil, Pará, Parauapebas, Gruta S11D-1, Am. 1241 (6°23'54"S, 50°21'25"W), coletado em 01-14.VII.2010 por Andrade *et al.* 1 ♂, (MZUSP 862), Brasil, Pará, FLONA Carajás, Gruta N4E 16 (6°02'07"S, 50°09'39"W), coletado em 20.X-01.XI.06 por Andrade *et al.*

Diagnose: Órgãos coxais organizados em uma abertura na região ventral da coxopleura. Porção mediana do labro com ca. de 8 de dentes pontiagudos. Segmento forcipular bem desenvolvido, projetando-se além da região anterior da placa cefálica, *tarsungula* ligeiramente curvado, com dentículo basal e margem interna serrilhada. Coxoesternito forcipular sem dentículos. Canto interno do coxoesternito forcipular sem projeção.

Descrição do holótipo: Comprimento total (12 mm) e largura máxima (0,32 mm), 47 segmentos portadores de pernas locomotoras. Esternitos com poros ventrais a partir do segundo segmento, não indivisos, em um formato oval no metaesternito. Coloração (material fixado), corpo amarelo claro, placa cefálica amarelo escuro alaranjado, garra forcipular e dentículo basal castanho escuro.

Placa cefálica: Levemente alongada (mais longa que larga). Margem anterior e posterior da placa cefálica com as bordas arredondadas, porção entre as antenas convexa. Extremidades laterais arredondadas. Relação comprimento e largura da placa cefálica: 0,41 mm x 0,31 mm. Sutura paraclipeal presente (Figura 1A).

Antena: Antenas 2,09 vezes maior que a placa cefálica, simétricas, situadas distalmente. Primeiro artícuulo antenal mais largo que longo. Relação entre o comprimento e a largura do primeiro, segundo, terceiro e último a.a., respectivamente: 0,053 mm x 0,10 mm; 0,058 mm x 0,084 mm; 0,078 mm x 0,067 mm; 0,138 mm x 0,067 mm. Cerdas do tipo a, b e c presentes (Figura 1A).

Clípeo: Área clipeal com 4 cerdas (Figura 1B).

Labro: Porção mediana bem desenvolvida, com ca. de 8 dentes pontiagudos. Peças laterais com fileira de filamentos (Figura 1B).

Mandíbula: Morfologia seguindo o padrão do grupo (Figura 1C).

Primeira maxila: Coxoesternito visível, não coberto pela segunda maxila. Artículo distal de ponta arredondada e com 2+2 cerdas, projeção coxal com 3+3 cerdas e porção apical arredondada (Figura 1D).

Segunda maxila: Coxoesternito unido medialmente por um istmo membranoso não areolado. Articulo basal sem projeção lateral, sensilas presentes. Articulo mediano sem projeção lateral externa, sensilas presentes. Articulo distal com ca. de 5+5 cerdas dispostas. Garra (pré-tarso) pouco pigmentada, afilada e com a ponta levemente curvada. Coxoesternito com 3+3 cerdas (Figura 1D).

Segmento forcipular: Forcípula quando fechada projeta-se além da margem anterior da cabeça. *Tarsungula* com um dentículo basal triangular com ponta levemente arredondada e pouco pigmentado. Trocanter do pré-fêmur sem dentículos ou suturas. *Tarsungula* fortemente curvada e moderadamente pigmentada, com porção interna serrilhada (Figura 1E). Coxoesternito bem desenvolvido, sem dentículos, medindo 0,31 mm x 0,34 mm de comprimento e largura, respectivamente.

Pernas locomotoras: Garras das pernas locomotoras afiladas e levemente curvadas, a dos dois primeiros segmentos quase retas. Relação comprimento e largura da primeira, segunda e terceira pernas locomotoras 0,21 mm x 0,24 mm x 0,31 mm. Primeiro par de pernas locomotora menor em relação as posteriores.

Esternitos (do 1 ao penúltimo): Esternitos com forma quadrangular com bordas levemente arredondadas, exceto o primeiro. Ausência de poros ventrais no esternito 1. A partir do esternito 2 os poros arranjam-se em um formato ovoide no metaesternito, não indivisos.

Tergitos (do 1 ao penúltimo): Primeiro tergito trapeziforme. A partir do segundo, apresentam forma retangular, com bordas levemente arredondadas. Pré-tergito bem desenvolvido. Cerdas dispostas em toda área dorsal. Linhas quitinosas presentes.

Último segmento portador de pernas: Seis artículos, pré-tarso em forma de garra. Comprimento total da coxopleura ao pré-tarso de 1,07 mm. Coxopleura com três órgãos coxais abrindo-se próximo ao metaesternito. Metaesternito com extremidade posterior arredondada, medindo 0,09 mm de comprimento e 0,11 mm de largura (Figura 4).

Varição: Comprimento total do corpo (9,6 – 12); número de segmentos portadores de pernas locomotoras (47 – 49).

Distribuição: Cavernas ferríferas de Parauapebas, Pará, Brasil (Figura 11).

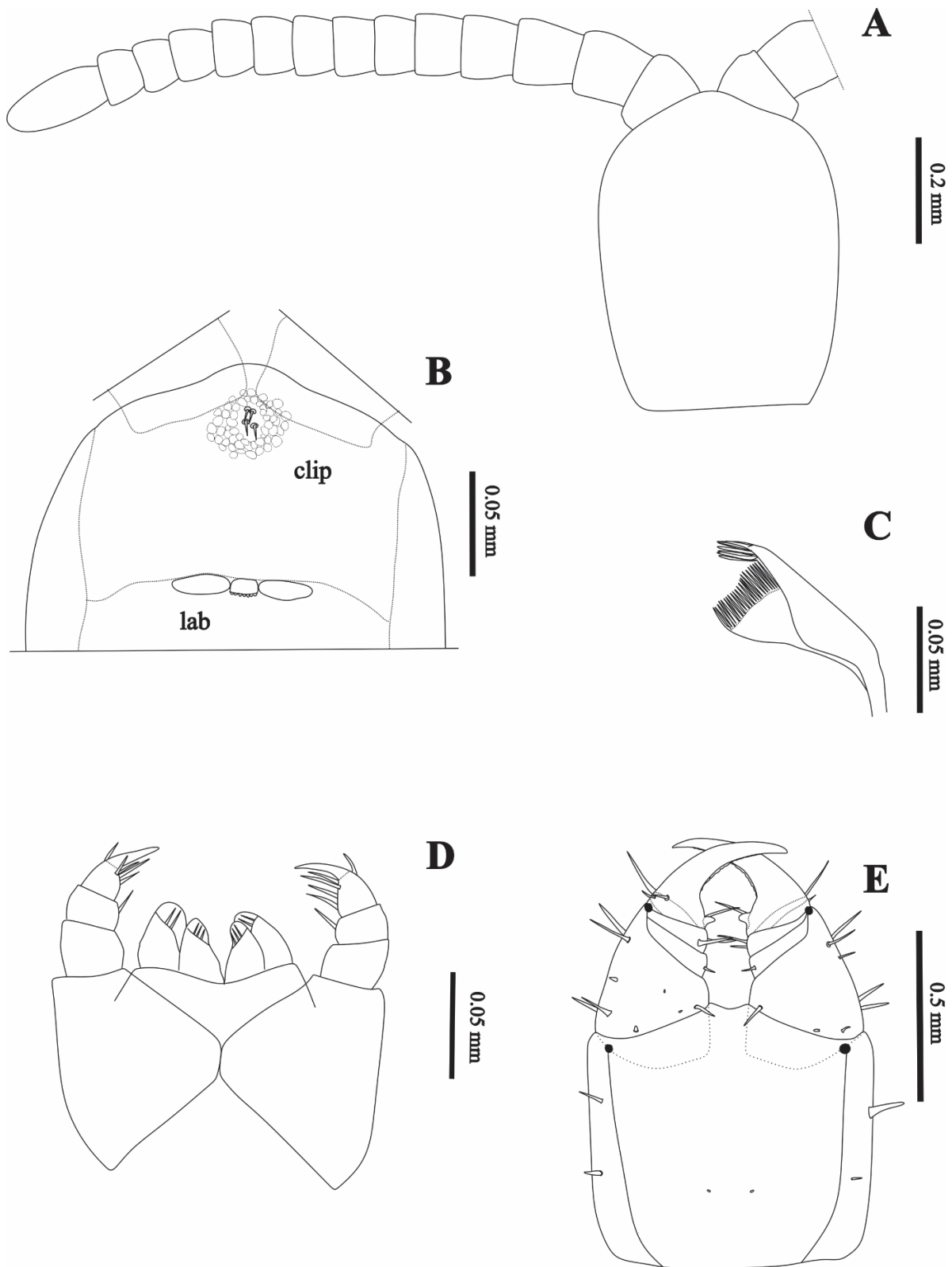


Figura 3. Holótipo de *Hyphydrophilus* sp. nov. 2, macho. A) Detalhes dos artículos antenais e forma da placa cefálica em vista dorsal. B) Área clipeal (clip) com quatro cerdas próximas a região central e detalhes da forma do labrum (lab). C) Mandíbula. D) Maxilas em vista ventral com detalhes da quetotaxia e forma da garra do telopodito da II maxila. E) Segmento forcipular.

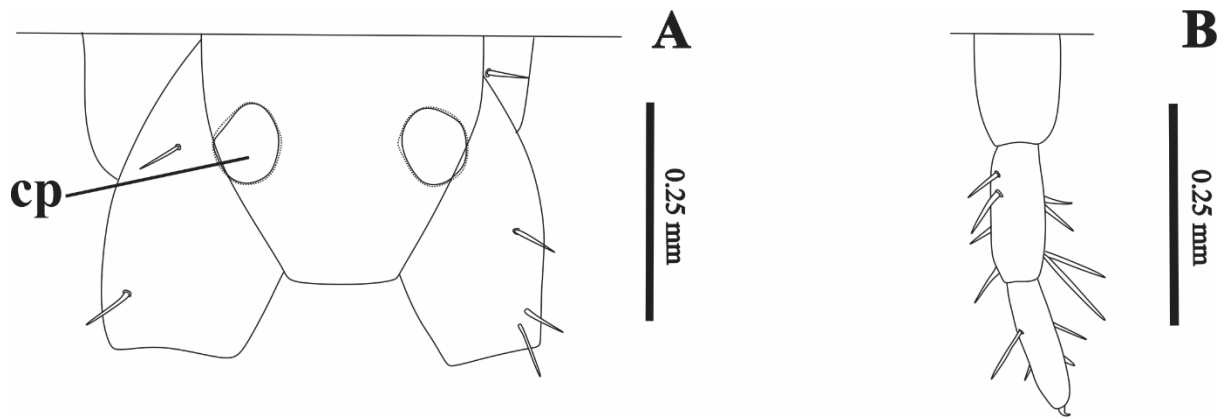


Figura 4. Holótipo de *Hyphydrophilus* sp. nov. 2, macho. A) Segmento coxopleural em vista ventral com detalhes da distribuição dos órgãos coxais (cp) na coxopleura. B) Artículos finais e forma da garra final do último par de pernas.

***Ribautia* Brölemann, 1909**

Diagnose. Segunda maxila unida somente por uma pequena ponte coxoesternal; cantos antero internos do coxoesternito com um processo pouco desenvolvido; cristas proeminentes distalmente convergentes presentes. Forcípulas: suturas pleurocoxoesternais que se estendem obliquamente para margem externa; linhas de quitina presentes; borda medial do trocanter do pré-fêmur dos telopoditos com uma pequena protuberância não pigmentada, com dois dentes conspícuos pigmentados ou não, ou sem dentes. Poros esternais dispostos em única área subcircular ou longitudinalmente alongada na parte anterior do tronco, em uma ou duas áreas na parte posterior do tronco (ou ausente no último). Coxopleura do segmento final de apoio da perna com órgãos coxais distribuídos em uma das seguintes formas: (1) abrindo separadamente; (2) um órgão anterior abrindo separadamente e todas os restantes agrupados em um cluster; (3) agrupados em um para três clusters. Pré-tarso da última perna em forma de garra ou tubérculos (Pereira 2014).

Distribuição geográfica. América Central (México) e do Sul (Brasil, Peru, Colômbia, Argentina, Bolívia, Equador, Venezuela). Há registros de ocorrência na Austrália, África, Europa (França e Croácia) e Ásia.

Espécie-tipo: *Ribautia bouvieri* Brölemann, 1909 por monotíпия.

Composição: 54 espécies válidas (Bonato *et al.* 2016).

Composição de *Ribautia* para o Brasil:

R. bouvieri Brölemann, 1909, Brasil: Haut-Carsévène (atualmente estado do Amapá).

R. centralis Silvestri, 1907, Brasil: Amazonas e Colômbia: Puerto Inírida.

R. difficilis Pereira, Minelli & Barbieri, 1995, Brasil: Amazonas: Lago Janauari.

R. ducalis Pereira, Minelli A. & Barbieri, 1995, Brasil: Amazonas: Manaus: Reserva Florestal Adolfo Ducke.

R. proxima Pereira, Minelli & Barbieri, 1995, Brasil: Amazonas: Manaus: Reserva Florestal Adolfo Ducke e Guiana Francesa.

R. onycophaena Pereira, Foddai & Minelli, 2000, Brasil: Amazonas.

R. donatellae Pereira, Uliana & Minelli, 2006, Brasil: Amazonas: Manaus.

***Ribautia* sp. nov. 1**

(Figura 5–6)

Material tipo. 1 ♀, holótipo (IBSP 6097), Brasil, Bahia, Caetité, Gruta PF-24 (14°19'46.1"S, 42°32'14"W), coletado em 08-15.XII.2008, por R. Andrade *et al.*.

Diagnose: Órgãos coxais organizados em uma abertura na região ventral da coxopleura. Porção mediana do labro com ca. de 11 de dentes curtos. Segmento forcipular bem desenvolvido, *tarsungulum* moderadamente curvado, com um dentículo basal e trocanter do pré-fêmur com um dentículo distal não pigmentado. Coxoesternito forcipular sem dentículos. Canto interno do coxoesternito forcipular com projeção grande.

Descrição do holótipo: Comprimento total do corpo (25 mm), largura máxima do corpo (0,58 mm), 65 segmentos portadores de pernas. Segunda maxila com processo interno bem desenvolvido, telopodito com projeções laterais externas nos artículos. Poros ventrais presentes em formato oval. Coloração (material fixado), corpo branco amarelado, placa cefálica amarelo escuro alaranjado, garra forcipular e dentículo basal castanho escuro.

Placa cefálica: Relação comprimento e largura da placa cefálica: 0,85 mm x 0,51 mm. Margem anterior arredondada, ligeiramente convexa no meio. Região posterior arredondada. Extremidades laterais retilíneas. Cerdas dispostas aleatoriamente em toda extensão da placa. Sutura paraclipeal e transversal presentes (Figuras 1A, 1B).

Antena: Antenas 1,7 vezes maior que a placa cefálica, simétricas, situadas distalmente. Primeiro artículo antenal mais largo que longo. Relação entre o comprimento e a largura do primeiro, segundo e terceiro a.a., respectivamente: 0,13 mm x 0,16 mm; 0,14 mm x 0,13 mm; 0,13 mm x 0,13 mm. Último artículo antenal medindo 0,15 mm de comprimento e 0,07 mm de largura. Do I ao XVII a.a., presença de cerdas bem alongadas. Cerdas do tipo b e c presentes (Figura 1A).

Clípeo: Área clipeal com 4 cerdas, pouco areolada (1C).

Labro: Bem desenvolvido, porção intermediária com ca. de 11 dentículos curtos. Peças laterais com fileira de filamentos (Figura 1D).

Mandíbula: Morfologia seguindo o padrão do grupo.

Primeira maxila: Coxoesternito visível, não coberto pela segunda maxila. Artículo distal de ponta arredondada e com 3+3 cerdas, projeção coxal com 5+6 cerdas e porção apical arredondada (Figura 6A).

Segunda maxila: Coxoesternito unido medialmente por um istmo membranoso não areolado. Processo interno bem desenvolvido. Artículo basal com projeção lateral externa de ponta levemente arredondada. Artículo mediano com projeção lateral externa pouco

desenvolvida. Articulo distal com ca. de 7+8 cerdas dispostas. Garra (pré-tarso) robusta, pouco pigmentada e levemente curvada (Figura 6A).

Segmento forcipular: Forcípulas quando fechadas, projetando-se além da margem anterior da cabeça. *Tarsungulum* com um dentículo bem desenvolvido. Trocanter do pré-fêmur com um dentículo de ponta arredondada, não pigmentado e uma sutura proximal incompleta. *Tarsungulum* bem desenvolvida, pigmentada e moderadamente curvada. Trocanter do pré-fêmur com cerdas bem distribuídas. Coxoesternito com linha quitinosa completa. Coxoesternito com 0,74 mm de comprimento e 0,63 mm de largura, sem dentículos (Figura 6B).

Pernas locomotoras: Primeiro par de pernas menor que as posteriores. Comprimento do primeiro, segundo e terceiro par de pernas locomotoras: 0,30 mm x 0,39 mm x 0,43 mm, respectivamente. Garra bem desenvolvida e levemente curvada.

Esternitos (do 1 ao penúltimo): Esternitos com forma retangular com bordas levemente arredondadas, exceto o primeiro. Ausência de poros ventrais no esternito 1. A partir do esternito 2 os poros arranjam-se em um formato ovoide no metaesternito.

Tergitos (do 1 ao penúltimo): Tergito 1 de formato trapeziforme. Ao longo do corpo, apresentam formato uniforme, retangular, com bordas levemente arredondadas. Pré-tergito bem evidente ao longo do corpo. Sutura transversal presente. Linhas quitinosas presentes. Cerdas presentes e distribuídas por toda superfície dorsal.

Último segmento portador de pernas: Seis artículos, com pré-tarso em forma de garra, bem desenvolvido e levemente curvado. Metaesternito com margem convexa, medindo 0,21 mm de comprimento e 0,25 mm de largura. Comprimento total da coxopleura ao pré-tarso de 1,04 mm. Órgãos coxais abrindo-se em uma única abertura na coxopleura. Metaesternito com extremidade posterior arredondada. Poros anais presentes (Figuras 6C, 6D).

Distribuição: Caetité, Bahia, Brasil (Figura 11).

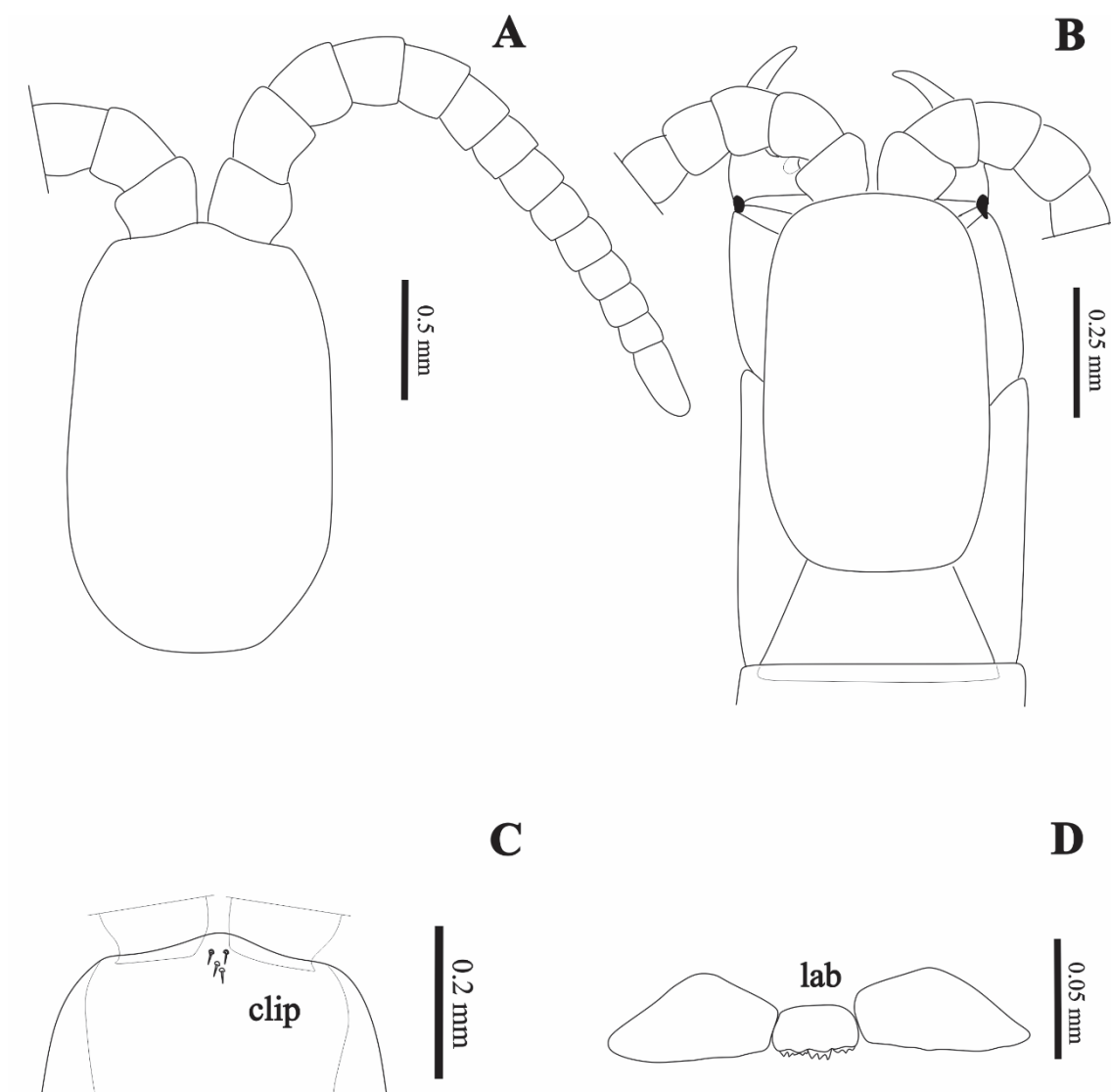


Figura 5. Holótipo de *Ribautia* sp. nov. 1, fêmea. A) Detalhes dos artículos antenais e forma da placa cefálica em vista ventral. B) Detalhes da placa cefálica em vista dorsal e primeiro tergito do tronco de formato trapeziforme. C) Área clipeal (clip) com quatro cerdas próximas. D) Labrum (lab).

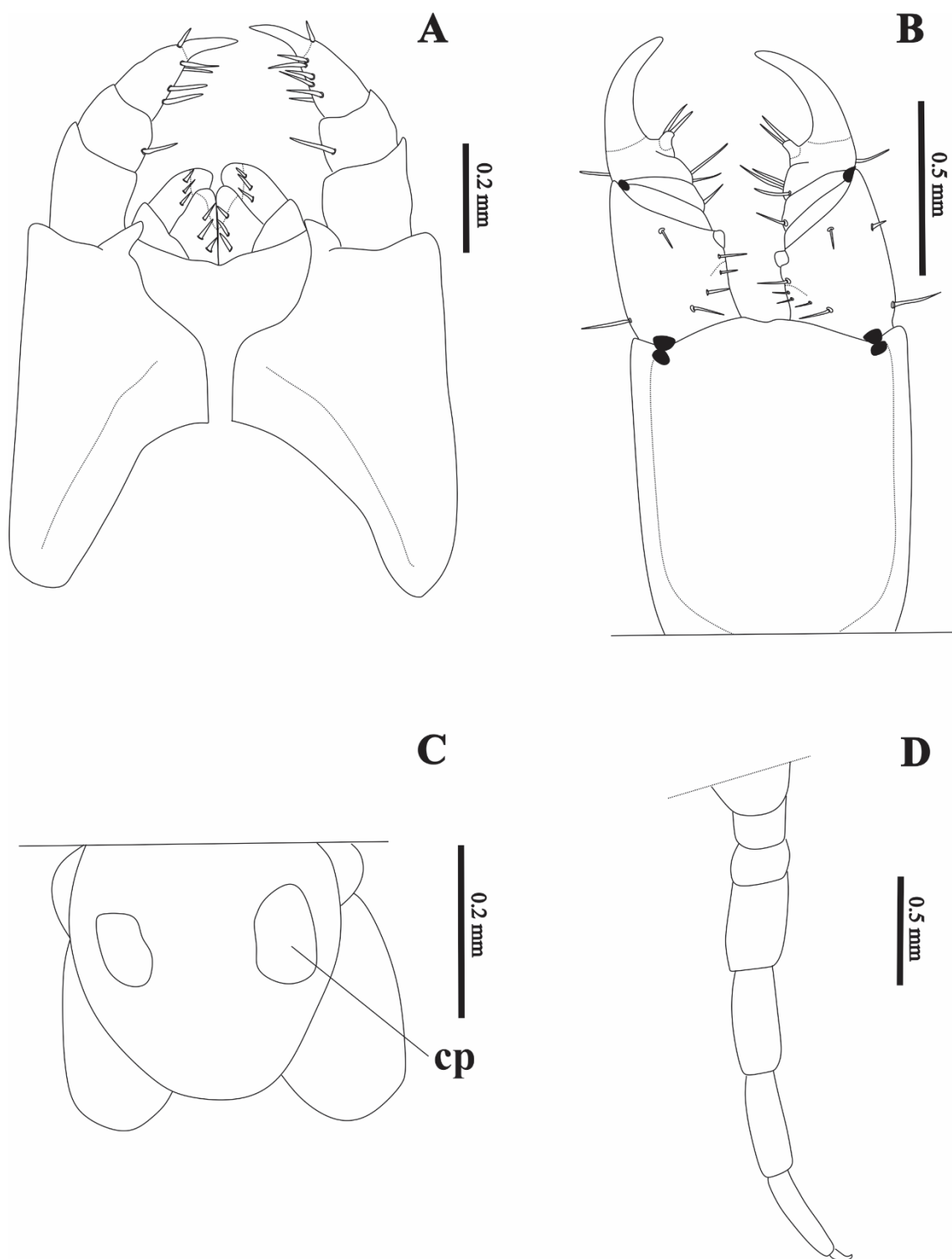


Figura 6. Holótipo de *Ribautia* sp. nov. 1, fêmea. A) Maxilas em vista ventral com detalhes da quetotaxia e forma da garra do telopodito da II maxila. B) Segmento forcipular. C) Segmento coxopleural em vista ventral com detalhes da distribuição dos órgãos coxais (cp) na coxopleura. D) Último par de pernas e forma da garra final.

***Ribautia* sp. nov. 2**

(Figuras 7–8)

Material tipo. 1 ♂, holótipo (IBSP 5266), Brasil, Minas Gerais, Santa Maria de Itabira, MOES18, Am. 212 (19°23'26"S, 43°08'05"W), Carste (Chi) 0855, coletado em 19-30.XI.2014 por Bueno *et al.*.

Diagnose. Órgãos coxais organizados em uma abertura na região ventral da coxopleura. Porção mediana do labro com ca. de 10 de dentes esclerotizados e com ponta arredondada. Segmento forcipular bem desenvolvido, *tarsungulum* curvada, com um dentículo basal e trocanter do pré-fêmur com um dentículo distal. Coxoesternito forcipular com dois dentículos medianos. Canto interno do coxoesternito forcipular com projeção pequena.

Descrição. Comprimento total (10,2 mm) e largura máxima (0,93 mm), 35 segmentos portadores de pernas. Poros ventrais em formato oval no metaesternito. Coloração (material fixado), corpo amarelo claro, placa cefálica amarelo alaranjado, garra forcipular e dentículo basal castanho amarelado.

Placa cefálica: Alongada (mais longa que larga), bordas levemente arredondadas. Extremidades laterais levemente retilíneas. Relação comprimento e largura da placa cefálica: 0,51 mm x 0,35 mm. Sutura paraclipeal e transversal presentes (Figura 7A).

Antenas: Medindo 2,5 vezes maior que a placa cefálica. Primeiro artigo antenal mais largo que longo. Relação entre o comprimento e a largura do primeiro, segundo, terceiro e último a.a.: 0,87 mm x 0,10 mm; 0,11 mm x 0,94 mm; 0,11 mm x 0,88 mm; 0,55 mm x 0,14 mm; respectivamente. Atenuadas distalmente, sem assimetria. Cerdas do tipo b e c presentes (Figura 7A).

Clípeo: Região clipeal bem delimitada, areolada, com 2+2 cerdas presentes, alongadas (Figura 7A).

Labro: Porção mediana com ca. de 10 de dentes esclerotizados e com ponta arredondada. Peças laterais em forma triangular, com lamelas pectinadas (Figura 7A).

Mandíbula: Morfologia seguindo o padrão do grupo (Figura 7B).

Primeira maxila: Projeção coxal com 3+3 cerdas presentes, formato triangular com porção distal arredondada. Artigo distal com 2+2 cerdas presentes. Coxoesternito com cerdas presentes (Figura 7C).

Segunda maxila: Processo interior do coxoesternito bem desenvolvido. Artigo II com 1 cerda. Artigo III com 7+6 cerdas. Garra bem desenvolvida, pouco pigmentada, não curvada, com exceção da porção final do pré-tarso (Figura 7D).

Segmento forcipular: Quando fechado, projeta-se além da margem anterior da cabeça, com garras afiladas, *tarsungulum* com um dentículo basal bem desenvolvido e de ponta arredondada; trocanter do pré-fêmur com um dentículo distal levemente pigmentado, de ponta arredondada, e uma sutura incompleta resultando em uma projeção pontiaguda não pigmentada (dentículo). Coxoesternito com dois dentículos na porção mediana, levemente pigmentado. Coxoesternito medindo 0,51 mm x 0,48 mm de comprimento e largura, respectivamente (Figura 7E).

Pernas locomotoras: Pernas bem desenvolvidas. Primeiro par menor que os demais, pré-tarso bem desenvolvido e levemente curvado. Comprimento do primeiro, segundo e terceiro par de pernas locomotoras: 0,30 mm x 0,36 mm x 0,37 mm, respectivamente.

Esternitos (do 1 ao penúltimo): Primeiro esternito com formato retangular (mais largo que longo), com bordas levemente arredondadas. A partir do segundo segmento, os esternitos apresentam forma homogênea, mais longo que largo. Poros ventrais presentes a partir do esternito 2, em um formato oval.

Tergitos (do 1 ao penúltimo): Primeiro tergito em formato trapeziforme. A partir do segundo segmento, apresentam-se em forma homogênea, retangular, mais largo que longo, com bordas anterior e posterior retilíneas, e, laterais levemente arredondadas. Cerdas dispostas em todo dorso.

Último segmento portador de pernas: Perna final com seis artículos, pré-tarso em forma de garra. Artículos com muitas cerdas. Órgão coxais abrindo-se em um único poro (macroporo) na coxopleura. Metaesternito medindo 0,31 mm de comprimento e 0,30 mm de largura. Comprimento total da coxopleura ao pré-tarso de 0,82 mm. Poros anais não evidente (Figura 8).

Distribuição: Santa Maria de Itabira, Minas Gerais, Brasil (Figura 11).

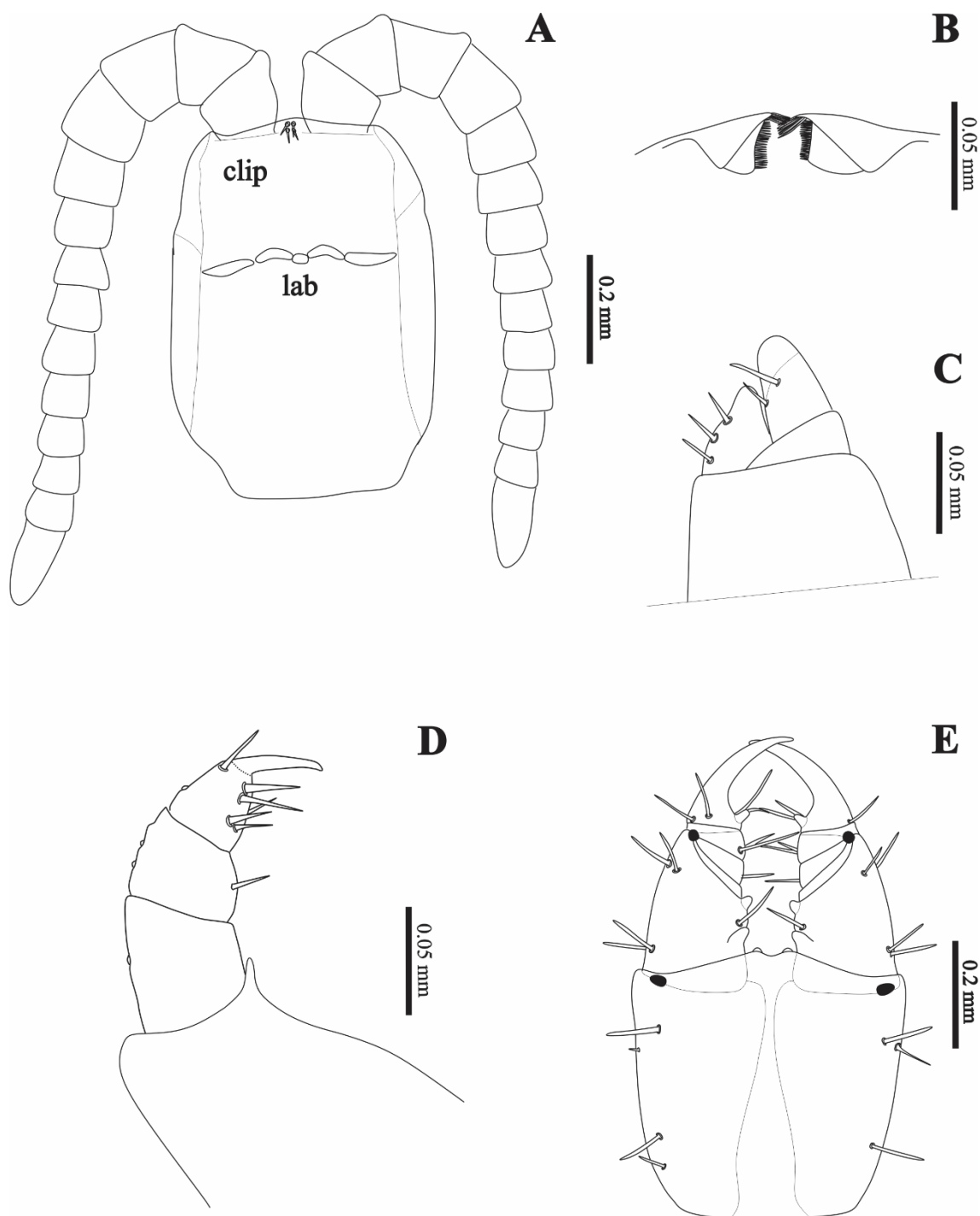


Figura 7. Holótipo de *Ribautia* sp. nov. 2, macho. A) Detalhes dos artícuos antenais e forma da placa cefálica em vista ventral, área clipeal (clip) com quatro cerdas próximas na porção distal da placa, e labrum (lab) na porção proximal. B) Detalhes das peças do labro. C) Primeira maxila. D) Segunda maxila em vista ventral com detalhes da quetotaxia e garra final do telopodito. E) Segmento forcipular.

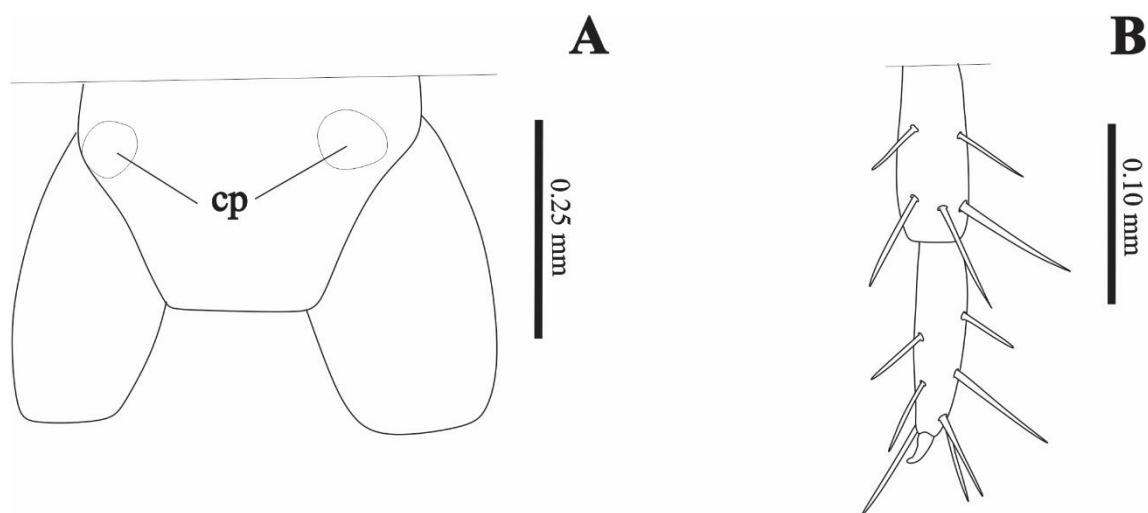


Figura 8. Holótipo de *Ribautia* sp. nov. 2, macho. A) Segmento coxopleural em vista ventral com detalhes da distribuição dos órgãos coxais (cp) na coxopleura. B) Artículos finais e forma da garra final do último par de pernas.

Schizonampa Chamberlin, 1914

Diagnose. Comprimento do corpo 1–2 cm. 37–53 pares de pernas. Cabeça e forcipulas alongadas. Telopoditos da segunda maxila com projeções laterais. Não há poros esternais. Órgãos Coxais com abertura em duas cavidades ventrais em cada coxopleura. Um tubérculo espinhoso na ponta das pernas finais (Bonato 2011).

Distribuição geográfica. Brasil (Pará), Congo e Libéria.

Espécie-tipo: *Schizonampa manni* Chamberlin, 1914 por designação original

Composição de *Schizonampa*:

Schizonampa africana Kraus, 1958, África: Congo.

Schizonampa angolana Chamberlin, 1951, África: Angola.

Schizonampa. libera Foddai, Pereira & Minelli, 2000, África: Liberia.

Schizonampa barberi IorIo & Coulls, 2019, França: Martinique.

Schizonampa manni Chamberlin, 1914, Brasil: Pará.

***Schizonampa* sp. nov. 1**

(Figuras 9–10)

Material tipo. 1 ♂, holótipo (IBSP 5533), Brasil, Pará, Parauapebas, Gruta S11D-6, (6°24'07"S, 50°21'05"W), Am. 689, coletado em 19-22.III.2010, por Andrade *et al.*. 1 ♂, (IBSP 5447), Brasil, Pará, Canaã dos Carajás, GEM 1427 (6°18'43"S, 49°59'58"W), Am. 1307, CARSTE (CHI) 696, coletado em 29/VIII-27/IX/2012, coletado por Pellegati *et al.*; 1 ♂, (juvenil, IBSP 5450) Brasil, Pará, Canaã dos Carajás, GEM 1427 (6°18'43"S, 49°59'58"W). Am. 1798; CARSTE (CHI) coletado em 10-31.I.2013 coletado por Pellegati *et al.*. 1 ♀, (juvenil, IBSP 5531) Brasil, Pará, Parauapebas, Gruta S11D-6 (6°24'07"S, 50°21'05"W), Am. 685, coletado em 19-22.II.2010 coletado por Andrade *et al.*.

Diagnose: Órgãos coxais organizados em duas aberturas na coxopleura. Último par de pernas com pré-tarso em forma de um tubérculo espinho e 0,63 mm de comprimento da coxopleura ao pré-tarso. Segmento forcipular bem desenvolvido, projetando-se além da margem anterior da placa cefálica, com uma sutura incompleta na região mediana do trocanter do pré fêmur. Garra forcipular curvada e pigmentada.

Descrição do holótipo. Comprimento total do corpo (11,7 mm), largura máxima (0,33 mm), 37 pares de pernas. Coloração (material fixado), corpo branco amarelado, placa cefálica amarelo alaranjado moderado, garra forcipular e dentículo basal castanho escuro.

Placa cefálica: Alongada com bordas arredondadas (mais longa que larga), relação comprimento e largura da placa cefálica: 0,45 mm x 0,33 mm. Margem anterior arredondada. Margem posterior com bordas levemente arredondadas (Figura 9A).

Antenas: Antenas 2,4 vezes maior que a placa cefálica, situada distalmente. Primeiro artigo antenal mais largo que longo em relação ao artigo anterior. Relação entre o comprimento e a largura do primeiro, segundo e terceiro a.a., respectivamente: 0,09 mm x 0,10 mm; 0,10 mm x 0,09 mm; 0,10 mm x 0,08 mm. Relação comprimento e largura do último artigo antenal: 0,13 mm x 0,06 mm. Presença de cerdas do tipo a, b e c. Assimetria evidente no exemplar (IBSP 5533) (Figura 9A).

Clípeo: Área clipeal com quatro cerdas dispostas, 1+1 anterior e 1+1 posterior (Figura 9A).

Labro: Porção intermediária bem desenvolvida, com ca. de 9 dentículos curtos. Peças laterais com lamelas pectinadas (Figura 9B).

Mandíbula: Morfologia seguindo o padrão do grupo (Figura 9C).

Primeira maxila: Coxoesternito visível, não coberto pela segunda maxila. Artigo distal de ponta arredondada e com 2+2 cerdas, projeção coxal com 2+2 cerdas e porção apical arredondada. Palpo lateral bem desenvolvido e com cerdas dispostas nas extremidades (Figura 9D).

Segunda maxila: Coxoesternito unido medialmente por um istmo membranoso não areolado. Artigo basal com projeção lateral de ponta levemente arredondada. Artigo mediano com projeção lateral pouco desenvolvida, sensilas presentes. Artigo distal com 6+6 cerdas e garra bem desenvolvida e levemente curvada (Figura 9D).

Segmento forcipular: Quando fechado, projeta-se ligeiramente além da margem anterior da cabeça. *Tarsungulum* com um dentículo basal de ponta arredondada e pigmentado. *Tarsungulum* curvada e pigmentada. Trocanter do pré-fêmur com um dentículo distal, pigmentado e de ponta arredondada. Trocanter do pré-fêmur com uma sutura proximal incompleta. Linhas quitinosas presentes. Coxoesternito com dois dentículos na porção mediana de ponta arredondada e levemente pigmentado. Coxoesternito medindo 0,37 mm x 0,37 mm de comprimento e largura, respectivamente (Figura 9E).

Pernas locomotoras: Primeiro par de pernas menor que as posteriores. Relação comprimento da primeira, segunda e terceira pernas locomotoras, respectivamente: 0,30 mm x 0,36 mm x 0,40 mm. Pré-tarso bem desenvolvido e levemente curvado.

Esternitos (do 1 ao penúltimo): Ao longo do corpo, apresentam formato uniforme, retangular, mais longo que largo, exceto o do primeiro segmento. Pré-esternito bem evidente. Último metaesternito em forma trapezoidal. Ausência de poros nos esternitos.

Tergitos (do 1 ao penúltimo): Tergito 1 de formato trapeziforme. Ao longo do corpo, apresentam formato uniforme, retangular, com bordas levemente arredondadas. Pré-tergito bem evidente ao longo do corpo. Linhas quitinosas presentes. Cerdas presentes e distribuídas por toda superfície dorsal.

Último segmento portador de pernas: Seis artículos, pré-tarso em forma de bulbo espinhoso. Metaesternito medindo 0,11 mm de comprimento e 0,13 mm de largura. Comprimento total da coxopleura ao pré-tarso de 0,63 mm. Órgãos coxais com dois campos de poros abrindo-se separadamente na região ventral, somente (Figura 10).

Variação: Comprimento total do corpo (7,08–11,7). Juvenis com menor esclerotização do corpo, gonópodes ainda em desenvolvimento.

Distribuição: cavernas ferríferas de Parauapebas e Canaã dos Carajás, Pará, Brasil (Figura 11).

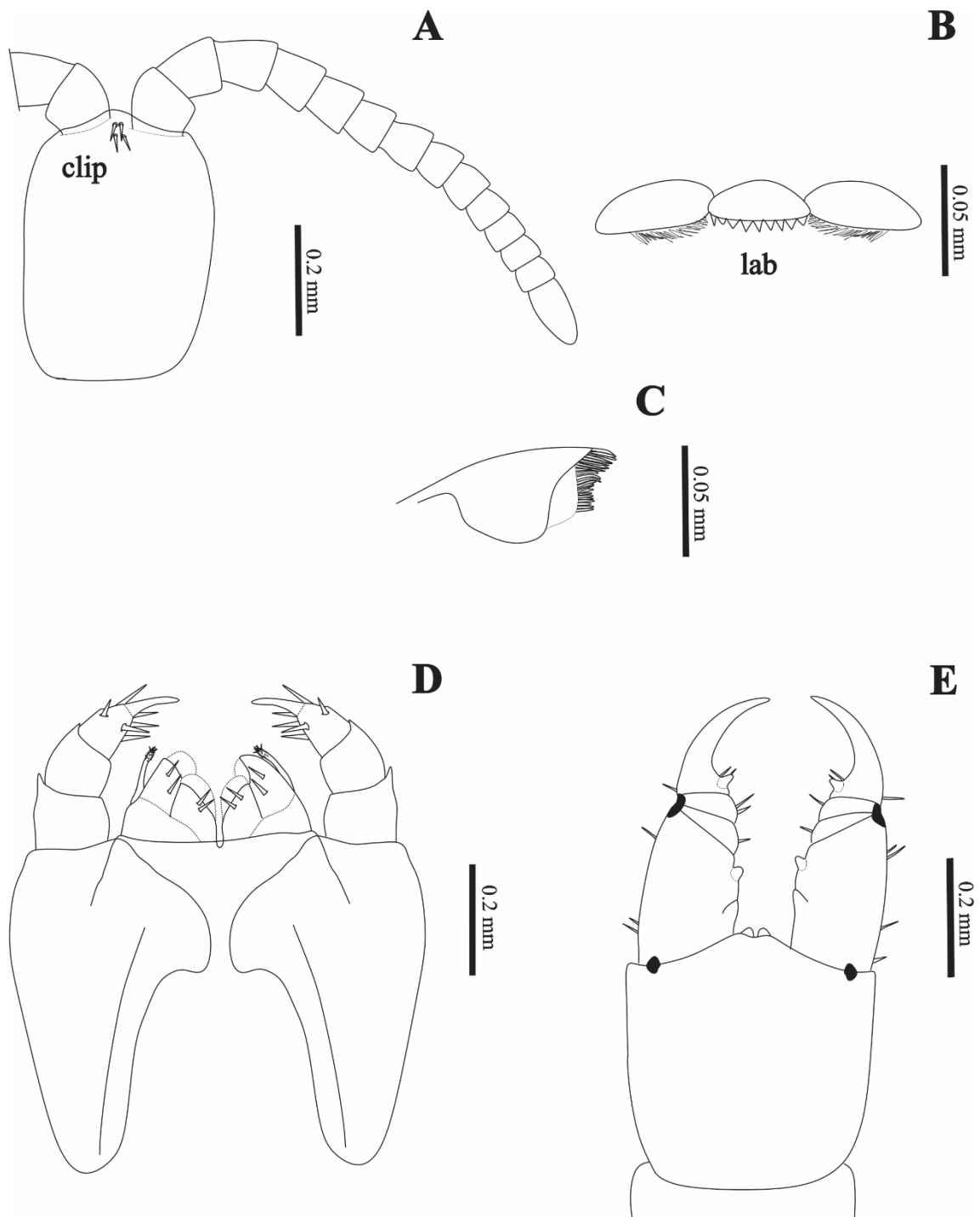


Figura 9. Holótipo de *Schizonampa* sp. nov. 1, macho. A) Detalhes dos artículos antenais e forma da placa cefálica em vista ventral, área clipeal (clip) com quatro cerdas próximas a região central. B) labrum (lab). C) Mandíbula. D) Maxilas em vista ventral com detalhes da quetotaxia e forma da garra do telopodito da II maxila, I maxila com projeção lateral em forma de palpo. E) Segmento forcipular.

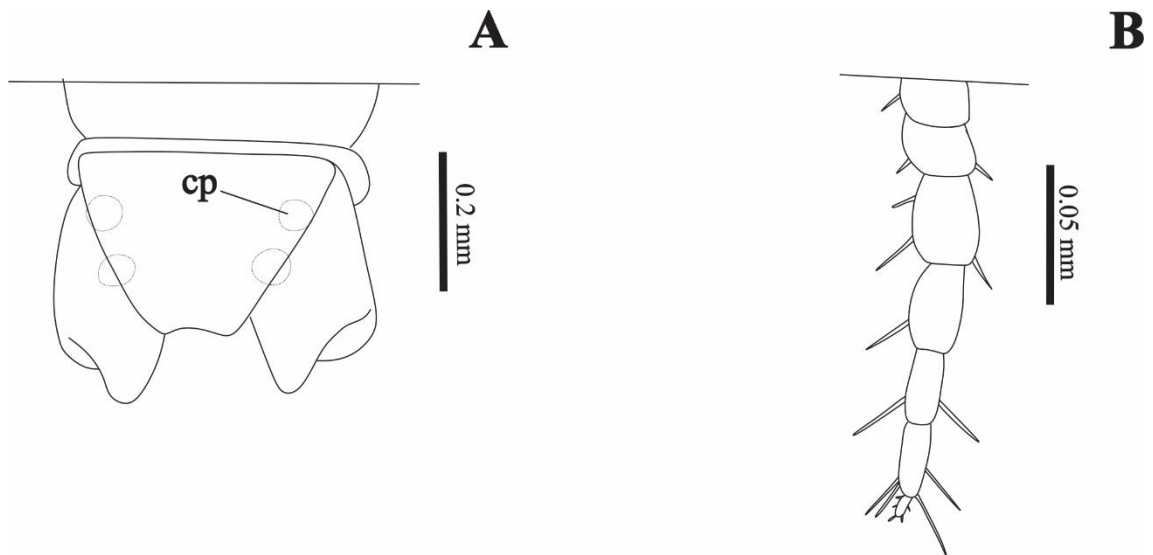


Figura 10. Holótipo de *Schizonampa* sp. nov. 1, macho A) Segmento coxopleural em vista ventral com detalhes da distribuição dos órgãos coxais (cp) na coxopleura e formato do esternito. B) Último par de pernas e garra final em forma de tubérculo.

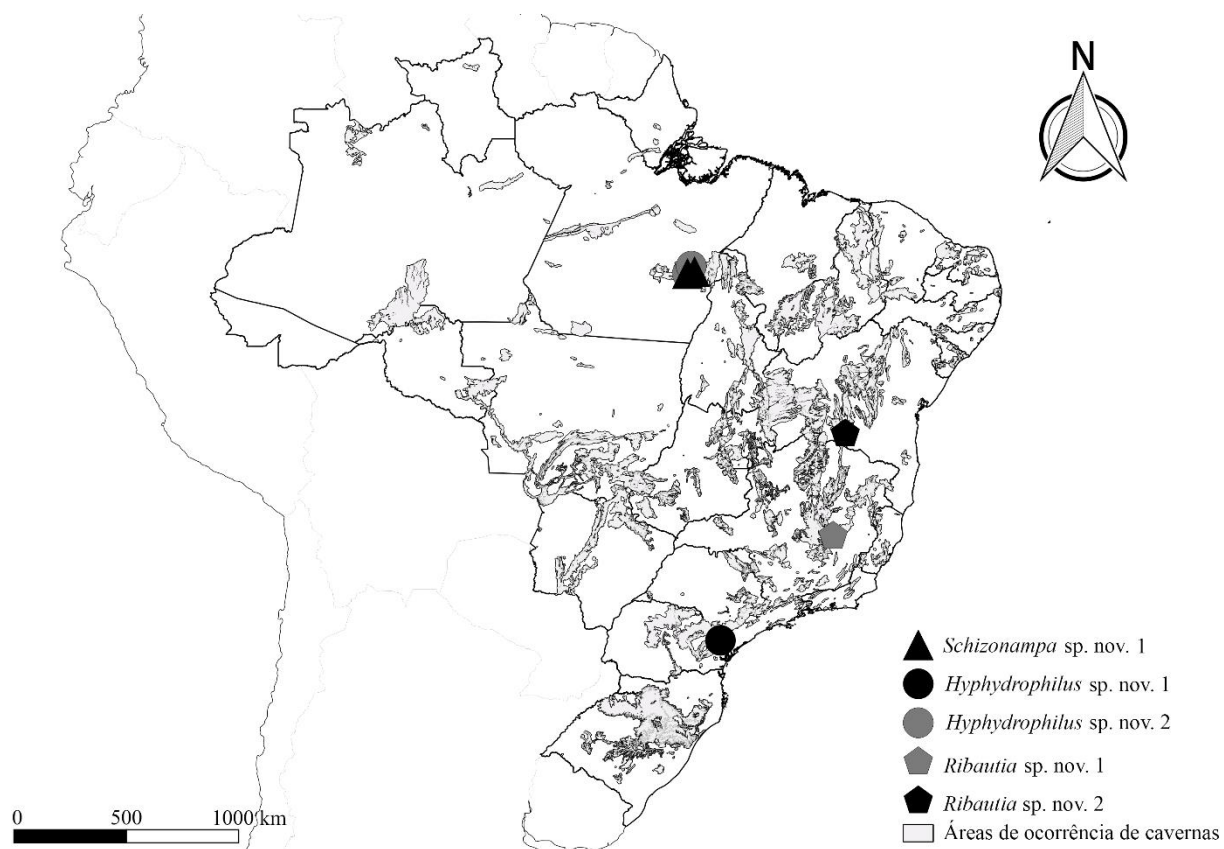


Figura 11. Mapa de distribuição das espécies de Geophilidae que ocorrem em cavidades naturais subterrâneas no Brasil.

Considerações taxonômicas

Nesse estudo, cinco espécies novas são reconhecidas para os gêneros *Hyphydrophilus*, *Ribautia* e *Schizonampa*, e representam os primeiros relatos de ocorrência desses gêneros em ambientes subterrâneos. Não foram encontrados exemplares pertencentes ao gênero *Geophilus*, registrado para o Rio de Janeiro (Attems, 1903, Bonato *et al.* 2016). Esse é o único registro de *Geophilus* no país e a espécie *G. kobelti* tem sua identidade incerta, pois trata-se de um gênero de distribuição holoártica e com relações de parentesco com os táxons de distribuição no continente europeu (Foddai *et al.* 2000). Como não foi possível examinar nenhum exemplar de *G. kobelti* para determinar ao certo seu status, a ocorrência do gênero no Brasil é inconclusiva.

Duas espécies novas foram atribuídas a *Hyphydrophilus*, *Hyphydrophilus* sp. nov. 1 e *Hyphydrophilus* sp. nov. 2, duas espécies novas foram atribuídas a *Ribautia*, *Ribautia* sp. nov. 1 e *Ribautia* sp. nov. 2 e uma espécie nova a *Schizonampa*, *Schizonampa* sp. nov. 1. As espécies novas de *Hyphydrophilus* foram diagnosticadas principalmente pelas características das maxilas que não apresentam processos anterointernais no coxosternito, além da ausência de palpos laterais na primeira maxila.

Hyphydrophilus sp. nov. 1 é mais próxima de *H. minellii* e ambas espécies possuem o mesmo número de 1+1 cerdas na porção mediana do clipeo, ausência de dentículo no coxoesternito forcipular e ausência de poros nos esternito I do tronco. Entretanto, *Hyphydrophilus* sp. nov. 1 tem um número menor de segmentos do tronco com pernas (41 pares de pernas), sete dentes pontiagudos na porção mediana do labro e peças laterais com longas lamelas pectinadas, ausência de linha quitinosa no coxoesterno forcipular e a ausência de dentículos na borda interna do trocanter do pré-fêmur. *Hyphydrophilus* sp. nov. 1 se diferencia ainda por apresentar uma fossa transversa dos esternitos, um arranjo de poros ventrais com formato de elipse nos esternitos da porção anterior e mediana do corpo, como também, poros que se dividem em dois campos paralelos (distantes) na porção superior do metaesternito. Apresenta esternito coxopleural em formato trapeziforme e órgãos coxais abrindo-se separadamente somente na região ventral da coxopleura (Tabela 1).

Hyphydrophilus sp. nov. 2 se assemelha a *H. adisi* e a *H. projectus* por apresentar o mesmo número de segmentos do tronco com pernas e mesmo número de cerdas na área clipeal. Assim como encontrado em *H. minellii*, *Hyphydrophilus* sp. nov. 2 apresenta um *tarsungulum* fortemente curvado e com a margem interna serrilhada. Entretanto, *Hyphydrophilus* sp. nov. 2 difere no número e organização dos dentículos presentes no

labro (com 8 dentes na porção mediana e peças laterais com fileira de filamentos), presença de linha quitinosa completa no coxoesternito forcipular e ausência de dentículo no trocanter do pré-fêmur (encontrado em *H. adisi* e *H. projectus*) e os órgãos coxais em *Hyphydrophilus* sp. nov. 2 estão dispostos em um poro (Tabela 1).

Hyphydrophilus é um gênero exclusivamente Neotropical, com apenas três espécies conhecidas (Pereira 2016). As espécies de *Hyphydrophilus* apresentam um padrão de organização de abertura dos órgãos coxais na coxopleura com dois poros ventrais. Entretanto as espécies novas apresentam um poro ou mais de dois poros. Logo, mais espécimes do gênero devem ser examinados a fim de verificar esta suposta variação na organização dos órgãos coxais. Além disso, desde a descrição original (Pereira 1994) a diagnose de *Hyphydrophilus* tem sido atualizada e modificada (Pereira 2016) à medida que espécies novas são reconhecidas para o grupo.

Em relação às espécies de *Ribautia* propostas como novas, *Ribautia* sp. nov. 1 e *Ribautia* sp. nov. 2 são alocadas nesse gênero por apresentarem cantos anterointernais do coxoesternito, um arranjo semelhante de poros ventrais e pela distribuição dos órgãos coxais na coxopleura. Ambas as espécies apresentam órgãos coxais organizados em uma única abertura na coxopleura, o que também é observado nas espécies sul-americanas, *Ribautia paranaenses* Pereira, 2014, *Ribautia combinata* Pereira, Uliana & Minelli, 2006, *Ribautia jakulicai* Pereira, 2007 e *Ribautia lewisi* Pereira, 2013.

Ribautia sp. nov. 1 se distingue de suas congêneres por apresentar ca. de 11 dentículos na porção mediana do labro, segmento forcipular com uma sutura coxopleural incompleta, coxoesterno forcipular sem dentículos e trocanter do pré-fêmur com um dentículo de ponta arredondada na borda interna. Enquanto *Ribautia* sp. nov. 2, apresenta o labro com porção mediana contendo ca. de 10 dentes esclerotizados, de ponta arredondada, peças laterais estruturadas em formato triangular, com lamelas pectinadas. O segmento forcipular apresenta uma sutura incompleta no trocanter do pré-fêmur, resultando dentículo não pigmentado, coxoesternito com dois dentículos na porção mediana e *tarsungulum* curvado, bem pigmentado e com borda interna lisa (Tabela 2).

Todas as espécies atualmente alocadas no gênero *Schizonampa* apresentam uma projeção lateral (palpo) na primeira maxila (geralmente com cerdas dispostas), pré-tarso do último par de pernas do tronco tem formato de bulbo e ausência de poros ventrais nos esternitos, todos esses caracteres diagnósticos de *Schizonampa* foram verificados em *Schizonampa* sp. nov. 1.

Schizonampa sp. nov. 1 possui o mesmo número de segmentos no tronco que a espécie *S. manni*, mas se diferencia por apresentar maior tamanho corporal, 9 dentículos curtos e triangulares na porção mediana do labro (*S. manni*: 5 dentes medianos, *S. barberi*: 8 dentes medianos, *S. africana* e *S. angolana*: 3 dentes) e peças laterais com lamelas pectinadas, linha quitinosa completa no coxoesternito forcipular e um *tarsungulum* fortemente curvado e com borda interna serrilhada (Tabela 3).

Detecções de troglomorfismos

As novas espécies aqui propostas não apresentaram alongamentos de antenas e apêndices locomotores como evidenciado nos trabalhos de Foddai & Minelli (1999) e Stoev *et al.* (2015), as mensurações realizadas nas espécies hipógeas descritas e epígeas serviram para uma comparação entre as proporções dos apêndices do tronco, entretanto, estudos mais detalhados e com maior número de exemplares cavernícolas são necessários.

Conforme a literatura, alongamento das antenas (medindo acima de 3,5 mm de comprimento total), além de pernas locomotoras delgadas em centopeias, são caracteres que podem sofrer modificações em decorrência ao isolamento no ambiente subterrâneo (Foddai & Minelli 1999), e já foram encontrados nas espécies cavernícolas *Geophilus persephones* e *Geophilus hadesi* (antenas medindo até 7,2 e 4,6, respectivamente, em relação ao comprimento/largura da placa cefálica).

Entretanto, é importante enfatizar que a classificação de espécies exclusivamente subterrâneas deve ser embasada principalmente em estudos acurados considerando a sua ocorrência e distribuição (Trajano & Bichuette 2006), aliados ao estudo morfológico da espécie. Além disso, torna-se essencial a coleta de espécimes no entorno da caverna para a comparação com as espécies coletadas dentro e para que se possa inferir de troglomorfismos clássicos e não convencionais e a relação destes com o isolamento nas cavernas (Trajano *et al.* 2012).

Conclusão

O reduzido número de espécies cavernícolas de Geophilidae atualmente conhecidas e a descoberta de novas espécies oriundas de áreas cársticas dos estados de São Paulo, Minas Gerais, Pará e Bahia, evidenciam a escassez de trabalhos com geofilídeos cavernícolas no Brasil. Os resultados apresentados são extremamente relevantes para conhecimento da diversidade cavernícola das áreas cársticas amostradas, como também para conhecimento da riqueza de espécies de Geophilidae no país. No entanto, é provável que este número de espécies não represente a real diversidade do

grupo, visto que há muitas áreas geográficas sem registros evidenciando a necessidade de mais estudos com foco em centopeias de cavernas no Brasil.

Neste trabalho, são reconhecidas cinco novas espécies cavernícolas de centopeias da família Geophilidae e são agregadas novas informações a diversidade dos gêneros: *Hyphydrophilus*, *Ribautia* e *Schizonampa*. Os registros do gênero *Hyphydrophilus* são ampliados para as regiões Norte e Sudeste, *Ribautia* tem seus registros ampliados às regiões Nordeste e Sudeste, enquanto os registros de *Schizonampa* são ampliados na região Norte. As descrições, diagnoses e ilustrações aqui apresentadas, poderão servir de suporte para identificação segura dos espécimes, bem como, subsidiar futuros trabalhos taxonômicos com Geophilidae.

Agradecimentos

Este trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. À CAPES/CNPQ pelo apoio financeiro ao MEB (Projeto PROTAX II, processo 440646/2015-4). Agradecemos especialmente aos integrantes do Laboratório de Estudos Subterrâneos (LES), por todo o apoio nas viagens de coleta relacionadas aos projetos do MEB e pelo apoio ao RMPF ao visitar o LES. Ao Instituto Butantan, pelo empréstimo dos exemplares e apoio a RMPF ao visitar a coleção. Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), pelo empréstimo de material. Ao Laboratório de Taxonomia e Sistemática de Artrópodes Terrestres (LABART), pelo suporte a esta pesquisa. Ao Laboratório de pelo uso do Equipamento de Automontagem Leica M205 C, Subprojeto EECbio UFMT/Finep nº 01.11.0259.00. Ao Laboratório de Citogenética e Genética Animal (LabGen/UFMT) pelo uso dos equipamentos: Microscópio Óptico Olympus Cx51 e Fotomicroscópio Olympus Bx51. O MEB conta com o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ, bolsa de produtividade 303715/2011-1; 308557/2014-0 e 310378/2017-6). Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO) e Fundação Florestal (FF) pela permissões de coletas ao MEB.

Referências

- Attems, C. (1903) Synopsis der Geophiliden. Zoologische Jahrbücher. *Abteilung für Systematik*, 18, 155–302.
- Attems, C. (1929) Myriapoda I. Geophilomorpha. *Das Tierreich* 52. Berlin & Leipzig, de Gruyter, XXIII, 388.

- Bonato, L., Edgecombe, G. D., Lewis, J. G. E., Minelli, A., Pereira, L. A., Shelley, E. M. & Zapparoli, M. (2010) A common terminology of the external anatomy of centipes (Chilopoda). *ZooKeys*, 69, 17–51.
- Bonato, L. & Zapparoli, M. (2011) Chilopoda: Geographical Distribution. *In*: Minelli, A. (Ed.) *Treatise on Zoology – Anatomy, Taxonomy, Biology – The Myriapoda*. Brill, Leiden, 327–337.
- Bonato, L., Drago, L. & Muriene, J. (2014) Phylogeny of Geophilomorpha (Chilopoda) inferred from new morphological and molecular evidence. *Cladistics*, 30 (5), 485–507.
- Bonato, L., Chagas Junior, A., Edgecombe, G. D., Lewis, J. G. E., Minelli, A., Pereira, L. A., Shelley, R. M., Stoev, P. & Zapparoli, M. (2016) *ChiloBase 2.0 – A world catalogue of centipedes (Chilopoda)*. <http://chilobase.biologia.unipd.it>
- Brölemann, H. W. (1909) À propos d'un système des géophilomorphes. *Archives de Zoologie Expérimentale et Générale*, (5)3, 303–340.
- Chagas-Jr, A. & Bichuette, M. E. (2018) A synopsis of centípedes in Brazilian caves: hidden species diversity that needs conservation (Myriapoda, Chilopoda). *ZooKeys*, 737, 13–56.
- Chamberlin, R. V. (1912) The Geophiloidea of the Southeastern States. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, Harvard College, 54, 405–436.
- Chamberlin, R. V. (1914) The Stanford Expedition to Brazil 1911 John C. Branner Director. The Chilopoda of Brazil. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, Harvard College, 58, 151–221.
- Chamberlin, R. V. (1951) On Chilopoda collected in North-East Angola by Dr A. de Barros Machado. *Publicações Culturais da Companhia de Diamantes de Angola*, 10 (3), 95–111.
- Cracraft, J. (1983) Cladistic analysis and vicariance biogeography. *Am. Sci*, 71, 273–281.
- Foddai, D. & Minelli, A. (1999) A troglomorphic geophilomorph centipede from southern France (Chilopoda: Geophilomorpha: Geophilidae). *Journal of Natural History*, 33, 267–287.
- Foddai, D., Minelli, A. & Pereira, L. A. (2002) Geophilomorpha. *In*: ADIS, J. *Amazonian Arachnida and Myriapoda*. Bulgaria, Sofia, Pensoft, 459–474.
- Foddai, D., Pereira, L. A. & Minelli, A. (2004) The geophilomorph centipedes (Chilopoda) of Brazilian Amazonia. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoológica*, vol. 75 (2), 271–282.

- Kraus, O. (1958) Myriapoda (Chilopoda Diplopoda). *Exploration du Parc National de l'Upemba, Mission G. F. de Witte*, 54, 3–67.
- Leach, W. E. (1815) XXXI. A tabular View of the external Characters of Four Classes of Animals, which Linné arranged under Insecta; with the Distribution of the Genera composing Three of these Classes into Orders, & c. and Descriptions of several New Genera and Species. *Transactions of the Linnean Society of London*, 11.
- Nunes, G. A. (2017) *Distribuição e morfologia de centopeias da ordem Geophilomorpha (Arthropoda: Chilopoda) de cavernas brasileiras*. Trabalho de Monografia. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos. São Paulo. 49 pp.
- Pereira, L. A. (2000) The preparation of centípedes for microscopical examination with particular reference to the Geophilomorpha. *In*: Barber, A. D.; Read, H. J. *Bulletin of the British Myriapod Group*, 16, 22–25.
- Pereira L. A. (2007). First record of *Ribautia* Brölemann, 1909 from Argentina, with description of *R. jakulicai* sp. n., a new Neotropical member from the Yungas with coxal organs grouped in clusters (Myriapoda: Chilopoda: Geophilomorpha). *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 42 (2): 155–168, 156.
- Pereira L. A. (2013) *Ribautia lewisi* sp. nov., a new centipede from Argentina with unusual tentorial process (Chilopoda: Geophilomorpha, Geophilidae). *Zootaxa*, 3630 (2): 225–242.
- Pereira, L. A. (2014) First report of geophilid centipedes of the genus *Ribautia* (Myriapoda: Chilopoda: Geophilomorpha) from the Atlantic Forest biome, with description of a new miniature species from Misiones Province, Northeastern Argentina. *Zootaxa*, 3779, 433–55.
- Pereira, L. A., Minelli, A. & Barbieri, F. (1994). New and little known geophilomorph centipedes from Amazonian inundation forests near Manaus, Brasil (Chilopoda: Geophilomorpha). *Amazoniana*, 13, 163-204, 169.
- Pereira, L. A., Minelli, A. & Barbieri, F. (1995) Description of nine new centipede species from Amazonia and related matters on Neotropical geophilomorphs (Chilopoda: Geophilomorpha). *Amazoniana*, 13, 325–418.
- Pereira, L. A., Foddai, D. & Minelli, A. (2000) New taxa of neotropical Geophilomorpha (Chilopoda). *Amazoniana*, 16, 1–57.

- Pereira, L., Uliana, M. & Minelli, A. (2006) New species and new records of the genus *Ribautia* Brölemann, 1909 (Chilopoda: Geophilomorpha: Geophilidae) from South America. *Zootaxa*, 1106, 45–68.
- Pereira, L. A. (2016) First record of the endemic Neotropical genus *Hyphydrophilus* (Chilopoda: Geophilomorpha, Geophilidae) from Argentina, with description of *H. minellii* sp. nov., a new centipede with small tentorial process, inhabiting the Yungas. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 51, 56–67.
- Silvestri, F. (1907) Neue und wenig bekannte Myriopoden des Naturhistorischen Museums in Hamburg (1. Teil). *Mitteilungen aus dem Naturhistorischen Museum in Hamburg*, 2, 229–257.
- Stoev, P., Akkari, N., Komerički, A., Edgecombe, G. D. & Bonato, L. (2015) At the end of the rope: *Geophilus hadesi* sp. n. – the world’s deepest cave-dwelling centipede (Chilopoda, Geophilomorpha, Geophilidae). In: Tuf, I. H., Tajovský, K. (Eds) Proceedings of the 16th International Congress of Myriapodology. Olomouc, Czech Republic. *ZooKeys*, 510, 95-114.
- Trajano, E. & Bichuette M. E. (2006) *Biologia Subterrânea: Introdução*. São Paulo: Redespeleo, 92 pp.
- Trajano, E, Bichuette, M. E., Batalha, M. A. (2012) Estudos ambientais em cavernas: os problemas da coleta, da identificação, da inclusão e dos índices. *Espeleo-Tema*:13.
- Verhoeff, K. W. (1939) Diplopoden, Chilopoden und Oniscoideen, hauptsächlich aus südtalienenischen Höhlen. Gesammelt von Prof. Dr. H. J. Stammer, bearbeitet von Dr. K.W. Verhoeff (München-Pasing). *Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Systematik*, 72, 203-224, 212.

Apêndice I: Tabelas

Tabela 1. Comparação morfológica entre as espécies epígeas de *Hyphydrophilus* e as espécies de *Hyphydrophilus* descritas no presente estudo.

Características	<i>H. adisi</i>	<i>H. projectus</i>	<i>H. minellii</i>	<i>Hyphydrophilus</i> sp. nov. 1	<i>Hyphydrophilus</i> sp. nov. 2
Pares de pernas locomotoras	Fêmea: 41, 43 Macho: 39, 41, 43	Fêmea: 37, 41 Macho: 37, 39, 41	Fêmea: 59	Fêmea: 41	Macho: 47
Comprimento do corpo	19 mm	10 mm	15 mm	aprox. 21 mm	aprox. 12 mm
Superfície da área do clipeo	4	4	1+1	1+1	2+2
Labro	8 dentes medianos robustos, peças laterais com 11+11 filamentos hialinos	10 dentes relativamente curtos e pontudos no meio. 2+2 dentes mais longos nas laterais. Peças laterais com 4+4 filamentos hialinos longos na parte interna metade e ca. 5+5 dentes hialinos muito curtos na metade externa	12 dentes hialinos e peças laterais com lamelas pectinada	Com ca. de 7 denticulos pontiagudos, porção mediana. Peças laterais bem desenvolvidas, lamelas pectinadas alongadas	8 dentes porção mediana. Peças laterais com fileira de filamentos
Linha quitinosa no coxoesterno forcipular	Presente, incompleta	Presente, incompleta	Presente, incompleta	Ausente	Presente, completa
Coxoesterno forcipular, denticulo	Presente	Presente	Ausente	Ausente	Ausente
<i>Tarsungulum</i>, denticulo basal	Presente	Presente	Presente	Um denticulo basal	Um denticulo basal triangular com ponta levemente arredondada e pouco pigmentado
Forma e borda do <i>Tarsungulum</i>	Levemente curvado	Levemente curvado	Garra curvada, com porção interna serrilhada	Garra levemente curvada, porção interna lisa	Fortemente curvada e moderadamente

	Com dentículo	Com uma pequena projeção apical não pigmentada	Com dentículo	Sem dentículo	pigmentada, com porção interna serrilhada Sem dentículo
Borda interna do trocanter do pré-fêmur forcipular					
Poros ventrais - forma e distribuição	Presente do esternito I ao penúltimo esternito. A partir do esternito XV os poros se dividem em dois campos	Presentes desde o esternito I até o penúltimo esternito. Todos os campos são divididos, mudando ao longo do tronco	Presente a partir do esternito II até o esternito XVI, não se dividem	A partir do esternito II até o penúltimo segmento, apresentando um formato de elipse, em alguns esternitos os poros se dividem em dois campos paralelos e distantes na porção superior do metaesternito	A partir do II esternito os poros arranjam-se em um formato oval no metaesternito, não se dividem
Cerdas - forma e distribuição	?	a, b (antenas)	a, b (antenas)	a, b e c (antenas), distribuídas em todo corpo	a, b e c (antenas), distribuídas em todo corpo
Órgão coxais - número	Órgãos coxais em dois poros, região ventral	Órgãos coxais em dois poros, região ventral	Órgãos coxais em dois poros, região ventral	11+13, abrindo-se separadamente na coxopleura, somente região ventral	Órgãos coxais em um poro, região ventral
Pré-tarso do último par de pernas	Garra	Garra	Garra	Garra	Garra

Tabela 2. Comparação morfológica entre espécies epígeas de *Ribautia* do Brasil (com base em material-tipo analisado) e espécies de *Ribautia* descritas no presente estudo.

Características	<i>R. ducalis</i>	<i>R. onycophaena</i>	<i>R. difficilis</i>	<i>Ribautia</i> sp. nov. 1	<i>Ribautia</i> sp. nov. 2
Pares de pernas locomotoras	Macho: 41 Fêmea: 41, 43	Macho: 39 Fêmea: 41	Macho: 47, 49 Fêmea: 49	Fêmea: 65	Macho: 35
Comprimento do corpo	aprox. 14 mm	aprox. 13 mm	aprox. 22 mm	aprox. 25 mm	aprox. 10,2 mm
Superfície da área do clipeo	Cerdas presentes (Reticulada muito densamente)	2+2	4+5	2+2	2+2
Labro	Porção mediana com 2 dentes curtos e pontiagudos, e 1+2 filamentos hialinos longos em ambos os lados	Porção mediana com 8 dentes relativamente curtos e pontiagudos. Peças laterais com 6+6 filamentos hialinos longos na porção interna e 3+3 pequenos dentes hialinos pontiagudos na porção externa	Largo, parte mediana ca. de 12 dentes, peças laterais com 8+8.	Com ca. de 11 dentículos na porção mediana. Peças laterais com fileira de filamentos	Porção mediana com ca. de 10 dentes esclerotizados e com ponta arredondada. Peças laterais em forma triangular, com lamelas pectinadas
Sutura no segmento forcipular	Sutura coxopleural completa. Trocanter do pré-fêmur com sutura incompleta	Sutura coxopleural incompleta. Trocanter do pré-fêmur com sutura incompleta	Trocanter do pré-fêmur com uma sutura incompleta resultando em uma projeção pontiaguda não pigmentada	Sutura coxopleural incompleta	Presente - Trocanter do pré-fêmur com uma sutura incompleta resultando em uma projeção pontiaguda não pigmentada (dentículo)
Coxoesterno forcipular, dentículo	Com dois pequenos dentículos subtriangulares, não pigmentados e separados por uma região convexa	Com dois dentículos, não pigmentados e separados por uma região convexa	Dois dentículos curtos arredondados, não pigmentados	Ausente	Dois dentículos na porção mediana

<i>Tarsungulum</i>, dentículo basal	Com um dentículo pouco pigmentado	Com um denticulo basal pouco pigmentado com ponta arredondada	Com um dentículo bem desenvolvido e profundamente pigmentado	Um dentículo bem desenvolvido	Um dentículo basal bem desenvolvido e de ponta arredondada
Forma e borda do <i>Tarsungulum</i>	Lisa, levemente curvada	Borda interna serrilhada, levemente curvada	Borda interna lisa e levemente curvada	Garra distal bem desenvolvida, pigmentada e moderadamente curvada	Borda interna lisa, curvado e pigmentada
Borda interna do trocanter do pré-fêmur forcipular	Com um dente	Com uma pequena projeção não despigmentada	Dois dentículos distais profundamente pigmentado e subtriangular. Dentículo proximal mais curto que o distal e despigmentado	Um dentículo de ponta arredondada	Um dentículo distal
Poros ventrais - forma e distribuição	Campos de poros presentes desde o segundo até o penúltimo esternito. Os da metade do corpo divididos em duas áreas	Campos de poros presentes desde o segundo até o penúltimo esternito.	Ao longo de todo o comprimento do tronco	A partir do II esternito, formato oval	A partir do II esternito, em um formato oval.
Linhas quitinosas	Completa	Incompleta	Quase completa	Presente	Presente
Cerdas - forma e distribuição	Pelo menos 3 tipos diferentes de cerdas encontradas nas antenas, inclusive cerdas basicônica. Cerdas dispostas em todo o corpo	Pelo menos 3 tipos diferentes de cerdas encontradas nas antenas, inclusive cerdas basicônica, corpo com cerdas dispostas	Pelo menos 3 tipos diferentes de cerdas encontradas nas antenas, corpo com cerdas dispostas	a, b e c (antenas), distribuídas em todo corpo	a, b e c (antenas), distribuídas em todo corpo
Órgão coxais - número	10+10	Macho 2+2 Fêmea 3+3	3+3	Vários poros distribuídos na coxopleura (internamente), abrindo-se em um macroporo, região ventral	Uma única abertura na coxopleura

Assimetria nos exemplares analisados	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Pré-tarso do último par de pernas	Forma de tubérculo	Forma de garra	Forma de garra	Garra	Garra

Tabela 3. Comparação morfológica entre a espécie *Schizonampa* sp. nov. 1 e suas congêneres.

Características	<i>Schizonampa</i> sp. nov. 1	<i>S. manni</i>	<i>S. africana</i>	<i>S. angolana</i>	<i>S. libera</i>	<i>S. barberi</i>
Pares de pernas locomotoras	Macho: 37 Fêmea: 37	Fêmea: 37	Fêmea: 41	37-39	41-43	47-51
Comprimento do corpo	aprox. 21 mm	aprox. 13 mm	14,5 mm	?	9 mm	24 mm
Superfície da área do clipeo	4 (1+1/1+1)	?	Bem delimitada	?	?	4
Labro	Porção mediana bem desenvolvida, com ca. de 9 dentículos curtos. Peças laterais com lamelas pectinadas	Porção mediana com 5 dentículos de formato triangular. Peças laterais em franjas alongadas	Porção mediana com 3 dentes. Peças laterais com dentes longos e pontiagudos	Porção mediana com 3 dentes	?	8 dentes na parte mediana. Peças laterais com 12+11 cerdas longas
Sutura no segmento forcipular	Presente no trocanter do pré-fêmur, incompleta	Presente, completa no coxoesternito forcipular	Presente	?	?	Presente
Coxoesternito forcipular, dentículo	Presente	Presente	Presente	?	?	Presente
<i>Tarsungulum</i>, dentículo basal	Um dentículo basal	Um dentículo basal	Um dentículo basal	?	?	Presente
Forma e borda do <i>Tarsungulum</i>	Borda interna serrilhada, curvada e pigmentada	Lisa, curvada	Lisa, levemente curvada e pigmentada	?	?	Lisa, curvada
Borda interna do trocanter do pré-fêmur forcipular	Um dentículo distal, pigmentado e de ponta arredondada, um dentículo mediano não pigmentado	Um dentículo distal bem desenvolvido e pigmentado, um dentículo mediano não pigmentado	Um dentículo distal bem desenvolvido e pigmentado, um dentículo mediano não pigmentado	?	?	Um dentículo distal bem desenvolvido e pigmentado, um dentículo

Tabela 4. Comparações das medidas entre as novas espécies de *Hyphdrophilus*, *Ribautia* e *Schizonampa* reconhecidas neste estudo e espécies epígeas de *R. ducalis*, *R. onycphaena*, *R. difficilis*, *R. proxima*. As abreviações são referentes as medidas (ver lista de abreviações).

Espécie	CT	LT	LCP	CCP	AA	IAAC	IAAL	IIAAC	IIAAL	IIIAAC	IIIAAL	XIVAAC	XIVAAL	LCX	CPF	USC	USL	PI	PII	PIII
<i>Hyphdrophilus</i> sp. nov. 1	21	0,61	0,58	0,63	2,49	0,12	0,17	0,14	0,12	0,15	0,10	0,19	0,08	0,68	1,07	0,44	0,47	0,70	0,99	1,10
<i>Hyphdrophilus</i> sp. nov. 2	12	0,32	0,31	0,41	2,09	0,053	0,10	0,058	0,084	0,078	0,067	0,138	0,067	0,34	1,33	0,09	0,11	0,21	0,24	0,31
<i>Ribautia</i> sp. nov. 1	25	0,58	0,51	0,85	1,7	0,13	0,16	0,14	0,13	0,13	0,13	0,15	0,07	0,63	1,04	0,21	0,25	0,30	0,39	0,43
<i>Ribautia</i> sp. nov. 2	10,2	0,93	0,35	0,51	2,5	0,87	0,10	0,11	0,94	0,11	0,88	0,55	0,14	0,48	0,82	0,31	0,30	0,30	0,36	0,37
<i>Schizonampa</i> sp. nov. 1	11,7	0,33	0,33	0,45	2,40	0,09	0,10	0,10	0,09	0,10	0,08	0,13	0,06	0,37	0,63	0,11	0,12	0,30	0,36	0,40
<i>R. ducalis</i>	11	0,45	0,27	0,45	2,2	0,07	0,09	0,09	0,08	0,10	0,08	0,12	0,05	0,30	0,67	0,14	0,09	0,26	0,34	0,36
<i>R. proxima</i>	39	0,90	0,48	0,86	2,1	0,16	0,17	0,13	0,16	0,15	0,14	0,18	0,08	0,70	1,44	0,25	0,32	0,38	0,48	0,55
<i>R. onycphaena</i>	12	0,40	0,26	0,44	2,8	0,08	0,08	0,09	0,08	0,10	0,07	0,13	0,07	0,31	0,60	0,10	0,12	0,21	0,28	0,28
<i>R. difficilis</i>	22	0,60	0,58	0,89	3,1	0,18	0,17	0,24	0,16	0,24	0,14	0,24	0,12	0,69	1,08	0,24	0,20	0,60	0,53	0,71

Artigo submetido, revista Zootaxa (22 de out de 2019)

A new troglomorphic species of *Ribautia* Brölemann, 1909 (Chilopoda, Geophilomorpha, Geophilidae) from Alto Ribeira karst area, southeastern Brazil

RÉGIA MAYANE PACHECO FONSECA^{1,2,4}, MARIA ELINA BICHUETTE³ & AMAZONAS CHAGAS-JR¹

¹Laboratório de Sistemática e Taxonomia de Artrópodes Terrestres, Departamento de Biologia e Zoologia, Instituto de Biociências, Universidade Federal de Mato Grosso, Avenida Fernando Correa da Costa, 2367, Boa Esperança, 78060–900, Cuiabá, MT, Brazil

²Programa de Pós-Graduação em Zoologia da Universidade Federal de Mato Grosso, Avenida Fernando Correa da Costa, 2367, Boa Esperança, 78060–900, Cuiabá, MT, Brazil

³Laboratório de Estudos Subterrâneos, Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva, Universidade Federal de São Carlos, Rodovia Washington Luís, Km 235, São Carlos, São Paulo, 13565-905, Brazil

⁴Corresponding author: E-mail: mayane.bio21@gmail.com

Abstract

A new troglomorphic species of *Ribautia* Brölemann, 1909 from four caves in southeastern Brazil, Alto Ribeira, is described. The new species occurs in two caves of the Areias system, Alambari de Cima cave and Mãozinha cave. The three first caves are located on the same outcrop, in the boundaries of the Alto Ribeira Tourist State Park (PETAR). Mãozinha Cave is located in the Intervalles State Park. All caves are legally protected. *Ribautia* sp. nov. represents the first troglomorphic species of the genus and the second troglomorphic centipede from the Areias System, a spot of subterranean fauna in Brazil. The species differs from its congeneric species by the following characteristics: labrum, middle part with approximately seven short denticles, lateral parts with tricuspid teeth edges and filaments of varying sizes; clipeal region with four bristles, located 1+1 parallel to the anterior portion and 1+1 in posterior; length of last pair of legs; size and locomotor screw legs and end legs; coxopleura with pores distributed throughout the surface, opening separately and with varying diameters. The new species is apparently rare in caves, presenting a low abundance and solitary habit, and is always associated with guano piles or other moist organic substrate.

Key words: Alto Ribeira, Cave habitat, Centipede, Conservation, Taxonomy.

Introduction

Geophilidae is a highly diverse and widely distributed family of the centipede order Geophilomorpha (Bonato 2011). Two centipede species belonging to Geophilidae are known from caves in Europe: *Geophilus hadesi* Stoev, Akkari, Komericki, Edgecombe & Bonato, 2015 from a cave of the system Lukina Jama-Trojama, Croatia and *Geophilus persephones* Foddai & Minelli, 1999 from Southern France (Foddai & Minelli 1999, Stoev *et al.* 2015).

Ribautia is a pantropical genus, and one of the most widely distributed among the Geophilidae genera (Pereira 2014). Currently, 54 species are described (Bonato *et al.* 2016), seven of them, *Ribautia bouvieri* Brölemann, 1909, *Ribautia centralis* Silvestri 1907, *Ribautia ducalis* Pereira, Minelli & Barbieri 1995, *Ribautia difficilis* Pereira, Minelli & Barbieri 1995, *Ribautia proxima* Pereira, Minelli & Barbieri 1995, *Ribautia onycophaena* Pereira, Foddai & Minelli 2000, and *Ribautia donatellae* Pereira, Uliana & Minelli 2006, were recorded in the Amazonian Forest in the northern region of Brazil. Although no known species were collected in caves, Chagas-Jr & Bichuette (2018) recorded unidentified species of *Ribautia* from Brazilian caves.

This work describes the first troglomorphic species of *Ribautia*, with a discussion about troglomorphic traits in Geophilidae family and its conservation status.

Material and Methods

Study area. The Alto Ribeira karst area is one of the largest fragments of the Brazilian Atlantic forest protected by law and under Conservation Units (Figure 1A). The region has the Atlantic forest as a main vegetation domain (Ab'Saber 1977). The specimens were collected in two caves of the Areias System (Ressurgência das Areias de Água Quente cave – (Figure 1B), and Areias de Cima cave), located in the southwest portion of the Lageado-Bombas Carbonatic Area (Karmann 1994), on the right bank of the Betari River, a tributary of the Upper Ribeira River, Iporanga municipality, in the south-southeast region of the São Paulo (Trajano 2007) and the Alambari de Cima and Mãozinha caves (Figure 1C). Areias system and Alambari de Cima are inserted in the Alto Ribeira Touristic State Park (PETAR). Only the Mãozinha cave is part of another state Park (Intervalles State Park). All caves are within protected areas, with exception to the resurgence of Ressurgência das Areias de Água Quente, which is located outside PETAR.

Both parks have several caves located in the Açungui Supergroup rocks, consisting of discontinuous Precambrian metasedimentary limestone outcrops, intercalated with insoluble rocks, and forming several different cave systems in this area (Karmann & Sánchez 1979). Currently, both parks face problems with uncontrolled tourism, land conflicts and pollution of subterranean drainage due to illegal mining and agriculture (Gallão & Bichuette 2018).

Material examined. Seven specimens deposited in the Coleção Zoológica do Laboratório de Estudos Subterrâneo (LES), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, Brasil were examined. For comparison we also analyzed the types of epigean Brazilian *Ribautia* species: *R. difficilis*, *R. ducalis*, *R. proxima*, and *R. onycophaena*, deposited at the Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).

Dissection and analysis of specimens. The specimens were examined under a stereomicroscope and dissected based on the protocol proposed by Pereira (2000) and Foddai *et al.* (2002).

Images and illustration. Images of the anatomy of the mouth parts (labrum, jaws, first maxilla and second maxilla), forcipules, antennae, ultimate legs coxal organs, presence and disposition of bristles throughout the body, ventral pores, and sternite characters were captured using the Leica M205C Auto-Montage Equipment and Olympus Bx51 Photomicroscope. The plates and illustrations were vectorized using the CorelDRAW X7 program. Length measurements were taken using the Leica DM500 Microscope Image Acquisition Software and the ImageJ software. The uncoated specimens were illustrated and analyzed through a Scanning Electron Microscope (SEM, FEI Quanta 250) in low-vacuum mode. For SEM examination, the specimens were dehydrated and dried using a critical point dryer (Leica EM-CPD300) using carbon dioxide.

Description and terminology. The diagnosis and description follow Brölemann (1909), Silvestri (1907), Pereira *et al.* (1994), Pereira *et al.* (1995), Pereira *et al.* (2000), Foddai *et al.* (2002), and Pereira *et al.* (2006). The terminology follows Bonato *et al.* (2010).

Abbreviations. a.a. = antennal article; fm = first maxillae; sm = second maxillae.

Measurements and troglomorphism analyzes. Twenty measurements were considered, of which five determined by the literature: total body length (TC); Maximum body width (LT); Cephalic plate width (LCP); Cephalic Plate Length (CCP); Antennae (length × cephalic plate ratio) (AA). The other measurements were performed by the present work: first antennal article, length (IAAC); First antennal article, width (IAAL); Second antennal article, length (IAAC); Second antennal article, width (IIAAL); Third antennal

article, length (IIIAAC); Third antennal article, width (IIIAAL); Ultimate antennal article, length (XIVAAC); Ultimate antennal article, width (XIVAAL); Maximum width of the forcipular coxosternite (LCX); Maximum length of the ultimate leg-bearing segment to the pretarsus of the ultimate leg (PC); Length of ultimate sternite (USC); Ultimate sternite width (USL); Locomotory leg I, length (PI); Locomotory leg II, length (PII); Locomotory leg III, length (PIII).

A Principal Component Analysis (PCA) was performed to analyze the relationship between variables in length and width among the investigated species, and to summarize the variability in the measurements between the cave species (seven specimens) and epigeal species (four specimens). The PCA can thus be used to verify if there is a tendency of appendage stretching, determining possible troglomorphisms. All tests and analyses were performed using the SPSS 22.00 program with a significance level of 5%. Only adult individuals were considered, resulting in seven female and four male specimens. The existence of sexual dimorphism was tested and confirmed by the Student's *t*-test and data from females and males were analyzed separately. In the multivariate statistical analysis, the variables were transformed into logarithms in base 10.

Repository. LES – Coleção Zoológica do Laboratório de Estudos Subterrâneos, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, São Carlos, São Paulo state, Brazil; MZSP – Museu de Zoologia de São Paulo, São Paulo, São Paulo state, Brazil.

Results

Taxonomy

Order Geophilomorpha Pocock, 1895

Family Geophilidae Leach, 1815

Genus *Ribautia* Brölemann, 1909

***Ribautia* Composition for Brazil**

Type species. *Ribautia bouvieri* Brölemann, 1909: Haut-Carsévène (Amapá state);

R. centralis (Silvestri, 1907): Amazonas state;

R. difficilis Pereira, Minelli & Barbieri, 1995: Amazonas state, Lago Janauarí;

R. ducalis Pereira, Minelli A. & Barbieri, 1995: Amazonas state, Reserva Florestal Adolfo Ducke;

R. proxima Pereira, Minelli & Barbieri, 1995: Amazonas state, Reserva Florestal Adolfo Ducke;

R. onycphaena Pereira, Foddai & Minelli, 2000: Amazonas state;

R. donatellae Pereira, Uliana & Minelli, 2006: Brasil: Amazonas state, Manaus.

***Ribautia* sp. nov.**

Figures (1-6)

Type material examined: 1 ♂ - holotype (LES 0016373), Brasil, São Paulo state, Iporanga, Ressurgência das Areias de Água Quente (24° 33' 53,0S'' 48° 40' 15,5''W) collected in 21.xi.2017 by Bichuette, M. E., Gallão, J. E.; Zepon, T., Gallo, J. S.; 2 ♀♀ - paratypes MZSP (previous LES 0016372), Brasil, São Paulo state, Iporanga, Gruta das Areias de Cima (24° 35' 01.7"S 48° 42' 01.7"W) collected in 25.ix.1989 by Trajano, E.

Other material examined: 1 ♂, adulto (LES 0010594), Brasil, São Paulo state, Iporanga, Ressurgência das Areias de Água Quente (24° 33' 53,0S'' 48° 40' 15,5''W) collected in 15.iv.1991 by Trajano, E.; 1 ♀, adulto (LES 0010592), Brasil, São Paulo state, Iporanga, Caverna Alambari de Cima (24° 33'S 48° 40' 00"W) collected in 26.iv.1993 by Trajano, E.; 1 ♀, adulto (LES 0010593), Brasil, São Paulo state, Iporanga, Gruta das Areias de Cima (24° 35' 01.7"S 48° 42' 01.7"W) collected in 30.iv.1990 by Trajano, E.; 1 ♂, adulto (LES 0000522), Brasil, São Paulo state, Iporanga, Gruta Mãozinha, (24° 16' 22"S 42° 26' 51"W) collected in 26,30.iii.2009 by Pellegatti-Franco, F..

Diagnosis. Forcipular segment well developed (forcipule ca. 0.63 mm); tarsungulum with basal denticle with a rounded tip and pigmented, pretarsus of the ultimate legs with a slightly curved claw-shape, pretarsus of locomotory legs well developed (ca. 15 mm in the leg 54); coxal organs opening separately along the coxopleura (Figures 2 and 3).

Description of holotype. Male with 55 leg-bearing segments, maximum body length 40.0 mm, maximum body width 0.98 mm, cephalic plate length 0.70 mm, maximum cephalic plate width 0.90 mm, maximal forcipular coxosternum width 1.01 mm. Maximum length of the ultimate leg-bearing segment to the tip of pretarsus 2.09 mm. Coloration (fixed): body pale yellow, pretarsus and forcipular segment dark brown. Living specimen: vivid yellow cephalic plate, body pale yellow, pretarsus and forcipular segment dark brown.

Cephalic plate. Length and width ratio of the cephalic plate 0.70 mm × 0.90 mm. Anterior margin rounded, slightly concave in the middle. Posterior region with rounded edges. Bristles arranged randomly throughout the cephalic plate. Chitinous lines, paraclypeal, and transverse sutures present (Figure 4A).

Antennae. 4.8 times larger than the distal head plate. First antennal article more wide than long, in contrast to the next articles. Length and width ratio of I, II and III a.a: 0.23 mm × 0.14 mm; 0.24 mm × 0.17 mm; 0.28 mm × 0.15 mm, respectively. Length and width ratio of ultimate antennal article: 0.30 mm × 0.14 mm. Chaetotaxy of the antennal articles (Figure 4B and B1). Presence of basiconic bristles (bristle type - a).

Clypeus. Clypeal area with four bristles, located 1+1 parallel to the anterior portion and 1+1 in posterior. Area densely areolate (Figure 4C).

Labrum. Intermediate portion well developed, with ca. seven short denticles. Lateral parts with 3+3 tricuspid teeth and 13+13 filaments of varying sizes (Figure 5A).

Mandible. Pectinate lamella with ca. 25 hyaline teeth (Figures 6A)

First maxilla. Coxosternite not covered by the second maxilla, with bristles present 2+2. Coxal projections with rounded tip and ca. 10+9 bristles of different sizes arranged. Distal article with ca. 7+5 long bristles (Figure 6B).

Second maxilla. Coxosternite connected medially by a non-insolated narrow membranous isthmus, with bristles disposed on the inner margin. Article II with 1+1 long bristles. Article III with 12+13 bristles arranged in the anterior portion. Telopodite with sensilla present on the outer edge. Apical claw of the telopodite well developed, slightly curved, and pigmented (Figure 6B).

Forcipular segment. When closed, it projects slightly beyond the anterior margin of the head. Forcipular segment without denticles, anterior surface margin concave, chitin lines begin at the posterior margin, almost complete. Trochanteroprefemur with smooth edges and without teeth. Tibia with slightly convex border. Tibia and femur without denticles. Tarsungulum with a rounded and pigmented basal denticle. Bristles of different sizes arranged all over the forcipular segment (Figure 6C).

Sternites (1 to penultimate segment). Absence of pores on sternite I. Pores fields present from sternite II to the penultimate segment. From sternite II to XVIII, the pores are indivisible organized in circular form. From the nineteenth sternite the pores are divided into two parallel circular areas (Figures 6D and 6E).

Tergites (1 to penultimate segment). Rectangular in shape, with slightly rounded edges and bristles distributed throughout. Chitinous concave line present in posterior portion of the metatergite, most evident in the anterior trunk (Figure 6F).

Legs (1 to penultimate). First pair of legs shorter than the other legs. Length ratio of the 1st, 2nd, 37th, and 55th pair of locomotory legs, 0.74 mm × 1.03 mm × 1.40 mm × 1.40 mm, respectively. Pretarsus well developed and slightly curved.

Ultimate legs. Length and width ratio of the sternite 0.26 mm × 0.17 mm. Maximum length of the last segment to pretarsus 2.09 mm. Six articles, claw-shaped pretarsus, slightly curved and measuring 0.24 mm. Coxopleura with pores distributed throughout the surface, opening separately and with varying diameters. Anal pores present.

Paratype female. 57 leg-bearing segments, maximum body length 42 mm, maximum body width 0.98 mm, cephalic plate length 0.83 mm, maximum cephalic plate width 0.86 mm, maximal forcipular coxosternite width 1.07 mm. Maximum length of the ultimate leg-bearing segment to the pretarsus of the ultimate legs 2.30 mm. Antennae 4.17 times longer than the cephalic plate (evidenced asymmetry in the antennae of the specimen previous LES 0016372). Length and width ratio of I, II and III a.a: 0.14 × 0.24; 0.26 × 0.18; 0.28 × 0.16, respectively. Length and width ratio of ultimate antennal joint 0.27 × 0.11. Chitinous lines present in the sternite, cephalic plate and tergite. Surface of the anterior margin of the cephalic plate concave between the insertions of the antennae. Coxopleura with pores distributed throughout the surface, opening separately and with varying diameters.

Variation. Total body length (38–47), female generally presenting larger body size than the male. Number of leg bearing segments (55–59).

Etymology. The name of the species was chosen in honor of Dr. Eleonora Trajano, a renowned Brazilian biospeleologist and pioneer in studies about subterranean fauna in Brazil. She also collected the first specimens of the new species.

Type locality. Ressurgência das Areias de Água Quente and Gruta das Areias de Cima, Iporanga, Sao Paulo state, Brazil.

Distribution. Alto Ribeira karst area, only in caves.

Habitat and ecological considerations. This is the first record of the genus *Ribautia* in the southeastern region of Brazil. The type material of *Ribautia* sp. nov. was collected in two caves of the Areias System: Ressurgência das Areias de Água Quente and Gruta das Areias de Cima. The specimen collected at Ressurgência das Areias de Água Quente in 2017 was exposed in a rocky and humid substrate, covered by guano of hematophagous

bats. Apparently, the species is rare and prefers substrates with a high concentration of organic material where its prey is concentrated.

Troglomorphism analyzes

The body measurements data were summarized in a Principal Component Analysis, which the first component represents 80.94% of the total variation in females and 82.87% in males. The second component accounts for 10.44% and 10.28% for females and males, respectively. Together, the two components comprise 91.38% of the variation in females and 93.15% in males (Table 1). In both females and males, all Principal Component 1 (CP1) coefficients were positive.

The Principal Component 2 in females, including the variables for total body length, total body width, cephalic plate length, length of the first antennal article, width of the second antennal and ultimate antennal, width and length of the ultimate sternite, corresponds to positive coefficients. The variable that contributed the most to this PC was the total antennae size, demonstrating a negative coefficient. Thus, the Principal Component two can be associated with the overall size of the individual, which has a negative correlation with the total antennae length. The variables of Principal Component 2 that contributed the most in males were width and length of the ultimate sternite, both demonstrating positive coefficients. In addition, total body length and width, cephalic plate length, width of the first and third antennal article, length of the ultimate antennal article and ultimate leg also presented positive coefficients (Table 2).

Based on the counterpoint of CP1 and CP2, it is possible to observe a clear separation in the scatter plots between *Ribautia* sp. nov. and epigeal species for both sexes (Figures 7 and 8). This separation is mainly determined by the first principal component, which presented variables with high and positive values, related to the elongation of the body appendages in the described species.

Discussion

Taxonomic remarks

Of the four genera of Geophilidae (*Geophilus*, *Hyphydrophilus*, *Schizonampa*, and *Ribautia*) occurring in Brazil, *Ribautia* is the most abundant genus, with seven species described for the Northern Region. Among these species, only *R. centralis* and *R. proxima* have records of occurrence in other locations, such as Colombia and French Guiana (Foddai *et al.* 2000). *Ribautia* sp. nov. is the eighth species of *Ribautia* described for the country, and the first troglomorphic species of the genus. *Ribautia* sp. nov. shares the

morphology of the coxal organs that open separately with *R. donatellae*, *R. ducalis*, and *R. onycophaena* (Pereira 2013). Differs from its congeners mainly by the middle part and lateral parts of the labrum, that have an array of tricuspid teeth and filaments of varying sizes; sternites with ventral pores in oval shape or dividing into two-pore fields in the lower portion of the metasternite; shape of the ultimate sternite, and by the coxopleura with numerous coxal organs that open separately throughout the coxopleura (Table 3).

Troglomorphism in *Ribautia* sp. nov.

Ribautia sp. nov. presents an elongation of the antennae, ranging from 3.6 to 4.8 in relation to the length of the cephalic plate, besides stretching in the locomotory legs and the ultimate legs, when compared to the epigean species: *R. ducalis*, *R. onycophaena*, *R. difficilis*, and *R. proxima*, with antennae measuring 2.2; 2.1; 2.8; and 3.1, respectively (Pereira *et al.* 1995; Pereira *et al.* 2000).

Trajano & Bichuette (2006) argue that the use of morphological criteria associated with a comparative study that includes the epigean species of the same group should be applied to determine possible troglomorphisms in subterranean species. This method should be used to verify possible modifications, and thus to determine if the species is unique for the subterranean environment. The classical troglomorphisms are defined by the reduction until the absence of eyes and melanic pigmentation. However, these characteristics are typical for the order of Geophilomorpha, eyeless and usually depigmented. These character-states make difficult to associate the morphology unambiguously to isolation in cave habitat.

Troglomorphisms can be detected in more accurately by verifying other characters, such as the elongation of the antennomeres, the length of the antennae in relation to the length of the cephalic plate, the locomotory legs, the ultimate legs, and the quantity of bristles arranged on the body segments. All these characteristics were used in a comparative analysis, including the four epigean species *R. ducalis*, *R. onycophaena*, *R. difficilis*, *R. proxima* and *Ribautia* sp. nov.. Based on the morphological analysis and the comparison with epigean species of the genus, we conclude that the species *Ribautia* sp. nov. it is troglomorphic, reflecting in the elongation of the antennas, locomotor legs and last pair of legs, besides, the measurements made in the specimens were significant and can be considered in a comparative analysis between Geophilidae representatives in order to verify the relationships between variables the length and width among of species examined.

Troglophisms as observed in *Ribautia* sp. nov. have already been evidenced in other centipedes of the family Geophilidae recorded in caves, such as *Geophilus persephones*, with antennae measuring 7.2 in relation to the cephalic plate length and *Geophilus hadesi*, with antennae about 4.6 times the maximum width of the cephalic plate. Foddai & Minelli (1999) considered antennae elongation as reasonably directly related to subterranean life. Chagas-Jr & Bichuette (2015) considered the length of the ultimate legs, locomotory legs and antennomeres of *Scolopocryptops troglocaudatus* Chagas-Jr & Bichuette, 2015 (Scolopendromorpha) as a possible troglomorphy in this species. The results obtained in the morphological and statistical analysis corroborate data available in the literature, which show that these distinctive features (antennae stretching, locomotory legs and ultimate legs) may be related to the subterranean life (Foddai & Minelli 1999).

Conservation status

The Areias System is formed by three caves (Areias de Cima, Areias de Baixo, and Ressurgência das Areias de Água Quente) and is partially located within the Alto Ribeira Touristic State Park (PETAR), as the resurgence of one the caves is located outside the boundaries of the park (Ressurgência das Areias de Água Quente). The main threats to the caves are the uncontrolled visitation observed at Ressurgência das Areias and water pollution in the Areias de Cima cave (Trajano & Bichuette 2006; Gallão & Bichuette 2018). The Alambari de Cima cave, also inserted at PETAR, is closed for visitation and thus protected from threats; this is not the case of Mãozinha cave, a highly visited cave at Intervales State Park.

Considering the area of occurrence of *Ribautia* sp. nov. (ca. 16 km²), and the fact that two caves have threats such as uncontrolled visitation (Mãozinha cave) or partially outside of the conservation unit (Ressurgência das Areias cave), the new species can be considered, in according to the International Union for Conservation of Nature criteria for fauna threatened category, as at least as (EN) Endangered, and the necessity of proposal of effective conservation projects, such as population monitoring.

Acknowledgments

This work was carried out with the support of the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Financing Code 001. To CAPES/CNPQ for financial support to MEB (Project PROTAX II, process 440646/2015-4). We specially

thank the members of the Laboratório de Estudos Subterrâneos (LES) for their support in the collection trips related to the MEB projects, and for the support to RMPF during the visit to LES. We also want to thank Laboratório de Taxonomia e Sistemática de Artrópodes Terrestres (LABART) for their support to this research and the Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) for the loan of the type material. Thanks to Angélica Maria Penteadó Martins Dias, coordinator of the Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia dos Hymenoptera Parasitoides da Região Sudeste Brasileira (INCT Hympar Sudeste – Processo FAPESP 2008/57949-4 and CNPq 573802/2008-4) for the provision of (SEM) equipment. Thanks to Luciana Bueno dos Reis Fernandes, DEBE / UFSCar technician, for the photos obtained through SEM. We wish to acknowledge the Laboratório de Scarabaeoidologia for the use of Leica M205C, EECbio UFMT/Finep Project No. 01.11.0259.00, the Laboratório de Citogenética e Genética Animal (LabGen/UFMT) for the use of the Olympus Cx51 Optical Microscope and the Olympus Bx51 Photomicroscope, and the Laboratório de Morfologia (UFMT) for the use of the Leica DM500 Microscope. MEB has received financial support from the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) 303715 / 2011-1; 308557/2014-0 and 310378/2017-6). Special thanks to the Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO) and the Fundação Florestal (FF) for permission collections to MEB.

References

- Ab'Saber, A. N. (1977) Os domínios morfoclimáticos na América do Sul. Primeira aproximação. *Geomorfologia*, 52, 1–21.
- Bonato, L. (2011) Chilopoda. Taxonomy Overview. Geophilomorpha. *In*: Minelli, A. (Ed.) *Treatise on Zoology – Anatomy, Taxonomy, Biology – The Myriapoda*. Brill, Leiden, pp. 407–443.
- Bonato, L., Edgecombe, G. D., Lewis, J. G. E., Minelli, A., Pereira, L. A., Shelleu, E. M. & Zapparoli, M. (2010) A common terminology of the external anatomy of centipedes (Chilopoda). *ZooKeys*, 69, 17–51.
- Bonato, L., Chagas Junior, A., Edgecombe, G. D., Lewis, J. G. E., Minelli, A., Pereira, L. A., Shelley, R. M., Stoev, P. & Zapparoli, M. (2016) ChiloBase 2.0 – A world catalogue of centipedes (Chilopoda). Available from: <http://chilobase.biologia.unipd.it/> (accessed 11 March 2019)

- Brölemann H. W. (1909) Quelques géophilides des collections du Muséum d'histoire naturelle. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, Paris, pp. 415–432.
- Brölemann, H. W. (1909) À propos d'un système des géophilomorphes. *Archives de Zoologie Expérimentale et Générale*, (5) 3, 303–340.
- Chagas-Jr, A. & Bichuette, M. E. (2015) A new species of *Scolopocryptops* Newport: a troglobitic scolopocryptopine centipede from a remarkable siliciclastic area of eastern Brazil (Scolopendromorpha, Scolopocryptopidae, Scolopocryptopinae). *ZooKeys*, 487, 97–110. <https://doi.org/10.3897/zookeys.487.9262>
- Chagas-Jr, A. & Bichuette, M. E. (2018) A synopsis of centípedes in Brazilian caves: hidden species diversity that needs conservation (Myriapoda, Chilopoda). *ZooKeys*, 737, 13–56. <https://doi.org/10.3897/zookeys.737.20307>
- Foddai, D., Pereira, L. A. & Minelli, A. (2000) A catalogue of the geophilomorph centípedes (Chilopoda) from Central and South America including Mexico. *Amazoniana*, 16, 59–185.
- Foddai, D. & Minelli, A. (1999) A troglomorphic geophilomorph centípede from Southern France (Chilopoda: Geophilomorpha: Geophilidae). *Journal of Natural History*, 33, 267–287. DOI: 10.1080/002229399300416
- Foddai, D., Minelli, A. & Pereira, L. A. (2002) Geophilomorpha. In: ADIS, J. *Amazonian Arachnida and Myriapoda*. Bulgaria, Sofia, Pensoft, pp. 459–474.
- Gallão, J. E. & Bichuette, M. E. (2018) Brazilian obligatory subterranean fauna and threats to the hypogean environment. *ZooKeys*, 746, 1–23. <https://doi.org/10.3897/zookeys.746.15140>
- Karmann, I. (1994) *Evolução e dinâmica atual do sistema carstico do Alto Vale do Rio Ribeira de Iguape, Sudeste do Estado de São Paulo*. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. Tese de Doutorado, 228 p.
- Karmann, I. & Sánchez, L. E. (1979) Distribuição das rochas carbonáticas e províncias espeleológicas do Brasil. *Espeleo-Tema* 13: 105–167.
- Pacca, H. M., Sebrían, T. C. G. & Trajano, E. (2007) Conservação. In: *Sistemas Areias: 100 anos de estudos*. Redespeleo, São Paulo, pp. 113–119.
- Pereira, L. A. (2000) The preparation of centípedes for microscopical examination with particular reference to the Geophilomorpha. In: Barber, A. D.; Read, H. J. *Bulletin of the British Myriapod Group* 16, ISSN 0267-2154.

- Pereira, L. A. (2013) *Ribautia lewisi* sp. nov., a new centipede from Argentina with unusual tentorial process (Chilopoda: Geophilomorpha, Geophilidae). *Zootaxa*, 3630 (2), 226–242. DOI: 10.11646/zootaxa.3630.2.2
- Pereira, L. A. (2014) First report of geophilid centipedes of the genus *Ribautia* (Myriapoda: Chilopoda: Geophilomorpha) from the Atlantic Forest biome, with description of a new miniature species from Misiones Province, Northeastern Argentina. *Zootaxa*, 3779, 433–55. DOI: 10.11646/zootaxa.3779.4.2
- Pereira, L. A., Foddai, D. & Minelli, A. (2000) New taxa of neotropical Geophilomorpha (Chilopoda). *Amazoniana*, 16, 1–57.
- Pereira, L. A., Minelli, A. & Barbieri, F. (1994) New and little known geophilomorph centipedes from Amazonian inundation forests near Manaus, Brasil (Chilopoda: Geophilomorpha). *Amazoniana*, 13, 163–204.
- Pereira, L. A., Minelli, A., Barbieri, F. (1995) Description of nine new centipede species from Amazonia and related matters on Neotropical geophilomorphs (Chilopoda: Geophilomorpha). *Amazoniana*, 13, 325–418.
- Pereira, L. A., Uliana, M. & Minelli, A. (2006) New species and new records of the genus *Ribautia* Brölemann, 1909 (Chilopoda: Geophilomorpha: Geophilidae) from South America. *Zootaxa*, 1106, 45–68. DOI: 10.5281/zenodo.171440
- Silvestri, F. (1907) Neue und wenig bekannte Myriopoden des Naturhistorischen Museums in Hamburg (1. Teil). *Mitteilungen aus dem Naturhistorischen Museum in Hamburg*, 2, 229–257.
- Trajano, E. (2007) Localização, clima e vegetação. In: *Sistemas Areias: 100 anos de estudos*. Redespeleo, São Paulo, pp. 35–36.
- Trajano, E. & Bichuette M. E. (2006) *Biologia Subterrânea: Introdução*. São Paulo: Redespeleo, 92 pp.

Table 1. Percentage of variation explained by components and percentage of cumulative explained variance of Principal Component Analysis (PCA) calculated from 20 measurements of female and male specimens of *R. ducalis*, *R. onycophaena*, *R. difficilis*, *R. proxima* and *Ribautia* sp. nov..

Sex	Principal components	% of variance	% cumulative
Female	1	80,94	80,94
	2	10,44	91,38
Male	1	82,87	82,87
	2	10,28	93,15

Table 2. Coefficients of the first two components of Principal Component Analysis (PCA) calculated from 20 measurements of female and male specimens of *R. ducalis*, *R. onycophaena*, *R. difficilis*, *R. proxima* e *Ribautia* sp. nov.. In bold, the highest values of each component.

Variables	Component			
	Female		Male	
	1	2	1	2
CT	0,879	0,244	0,921	0,265
LT	0,892	0,194	0,936	0,123
LCP	0,985	-0,152	0,992	-0,124
CCP	0,886	0,415	0,886	0,282
AA	0,769	-0,521	0,944	-0,293
IAAC	0,777	0,460	0,886	-0,408
IAAL	0,987	-0,036	0,730	0,399
IIAAC	0,866	-0,215	0,964	-0,217
IIAAL	0,947	0,284	0,924	-0,204
IIIAAC	0,962	-0,174	0,942	-0,279
IIIAAL	0,985	0,156	0,975	0,051
XIVAAC	0,926	-0,029	0,985	0,023
XIVAAL	0,900	0,004	0,953	-0,136
LCX	0,984	-0,049	0,999	-0,031
CPF	0,934	-0,064	0,970	0,114
USC	0,945	0,168	0,648	0,655
USL	0,055	0,961	0,291	0,906
PI	0,970	-0,182	0,971	-0,075
PII	0,941	-0,266	0,997	-0,065
PIII	0,961	-0,260	0,995	-0,052

Table 3. Morphological characters of *Ribautia* sp. nov. and epigean species of *Ribautia* from Brazil.

Characters	<i>Ribautia</i> sp. nov.	<i>R. ducalis</i>	<i>R. onycophaena</i>	<i>R. proxima</i>	<i>R. difficilis</i>
Body length	approx. 40 mm	approx. 14 mm	approx. 13 mm	approx. 43 mm	approx. 22 mm
Leg bearing segments	Male: 55 Female: 57	Male: 41 Female: 41, 43	Male: 39 Female: 41	Male: 73, 75, 77 Female: 75, 77, 79	Male: 47, 49 Female: 49
Surface of the clypeal area	With bristles	With bristles (Lattice very thick)	With bristles	Without bristles	With bristles
Labrum	Well developed	Well developed and sclerotized	Well developed and sclerotized	Well developed and sclerotized	Broad
Chitinous line	Incomplete	Complete	Incomplete	?	Almost complete
Internal margin of the forcipular trochanteroprefemur	With smooth edges without teeth	With a tooth weakly pigmented	With a short projection not unpigmented	With a deep pigmented subtriangular conspicuous tooth at the medial border, closely adjacent to it an unpigmented projection	Two deep pigmented and subtriangular distal denticles
Pores field in the sternite I	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent

Ventral pores	Pore fields present from the second to the penultimate sternite. Dividing into two areas in the posterior portion of the body	Pore fields present from the second to the penultimate sternite. Sternites of the half body divided into two areas	Pore fields present from the second to the penultimate sternite	All sternites not divided. Present from the second to the penultimate sternite	Along the entire length of the trunk
Basal forcipular tarsungulum	With pigmented basal denticle	With a poorly pigmented denticle	With a slightly pigmented basal denticle with rounded tip	With a deeply developed and pigmented denticle	With a well developed and deeply pigmented denticle
Number of coxal organs	19+19	10+10	Male 2+2 Female 3+3	3+3	3+3
Pretarsus of ultimate legs	Claw shape	Tubercle shape	Claw shape	Tubercle shape	Claw shape

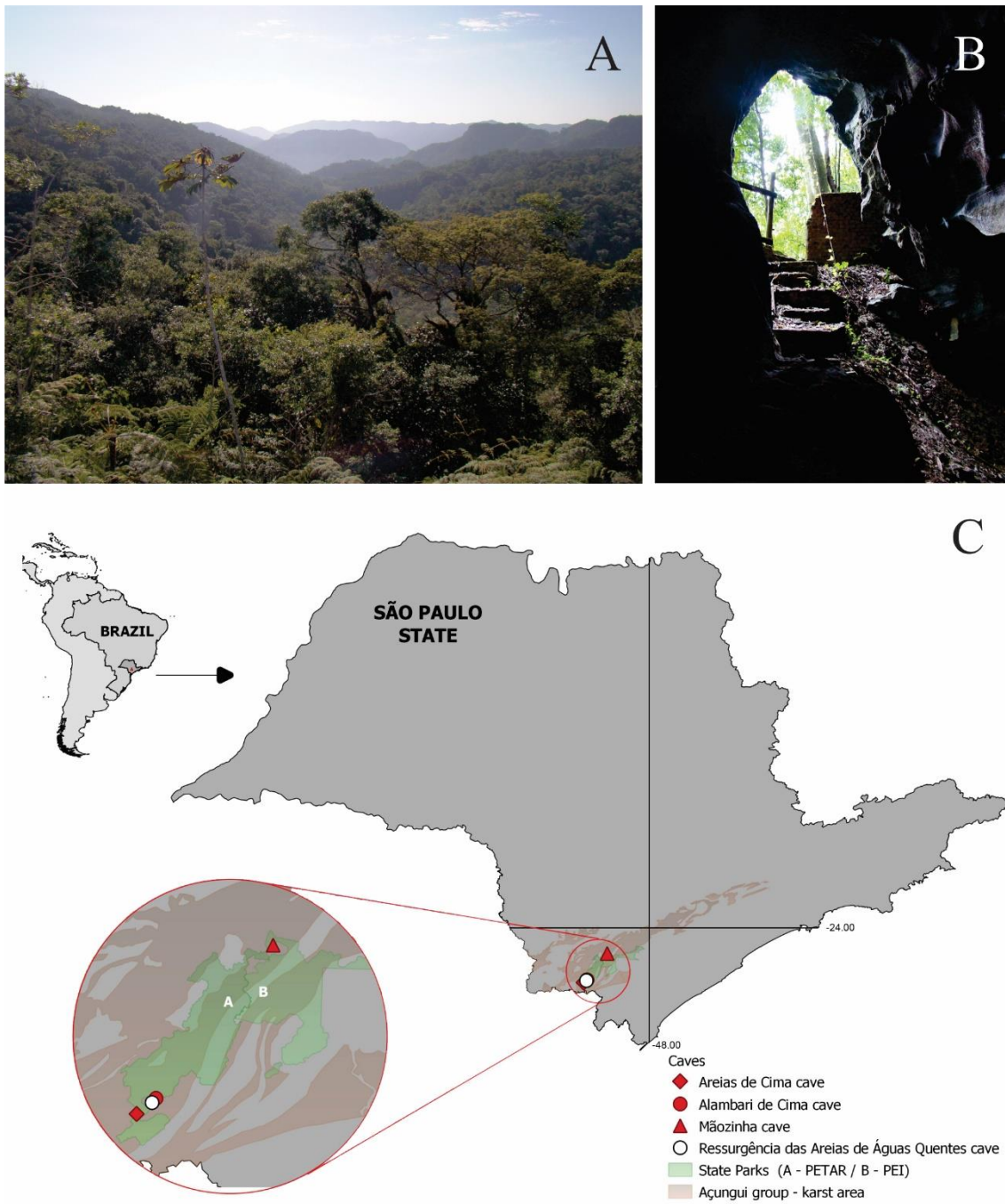


Figure 1. A). Atlantic forest of Alto Ribeira karst area (Photo: M. E. Bichuette). B). Entrance of Ressurgência das Areias de Água Quente cave (Photo: M. E. Bichuette). C). Map showing the *Ribautia* sp. nov. distribution (source: Diego M. Von Schimonsky).



Figure 2. *Ribautia* sp. nov. (♂, LES 0016373), live specimen in laboratory, habitus (Photo: J. E. Gallão).

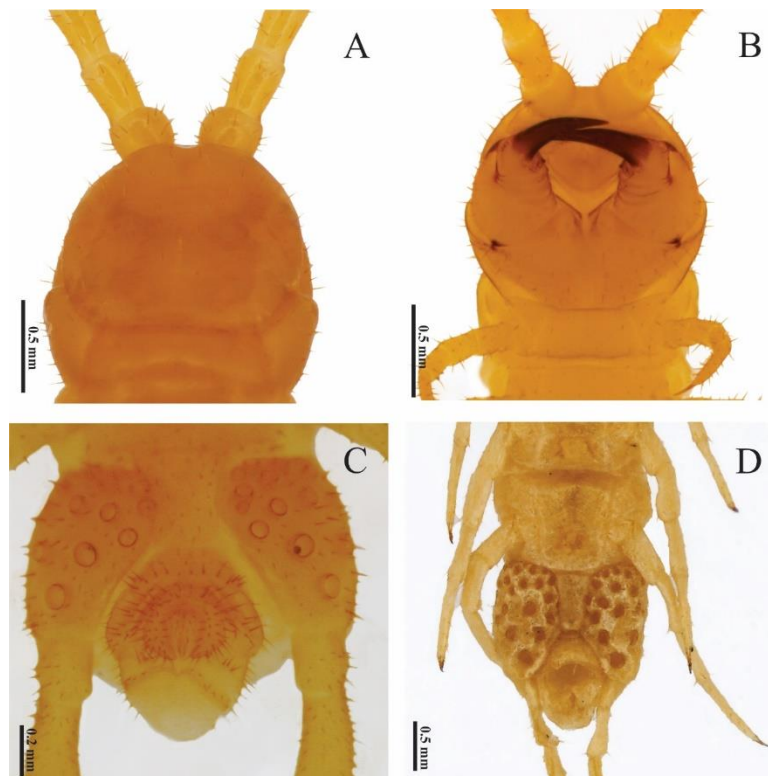


Figure 3. *Ribautia* sp. nov. (♂, LES 0016373). A). Cephalic plate and first articles, dorsal view. B). Cephalic plate, ventral view. C). Ultimate body segment, ventral view. D). Ultimate body segment, ventral view (♀, previous LES 0016372).

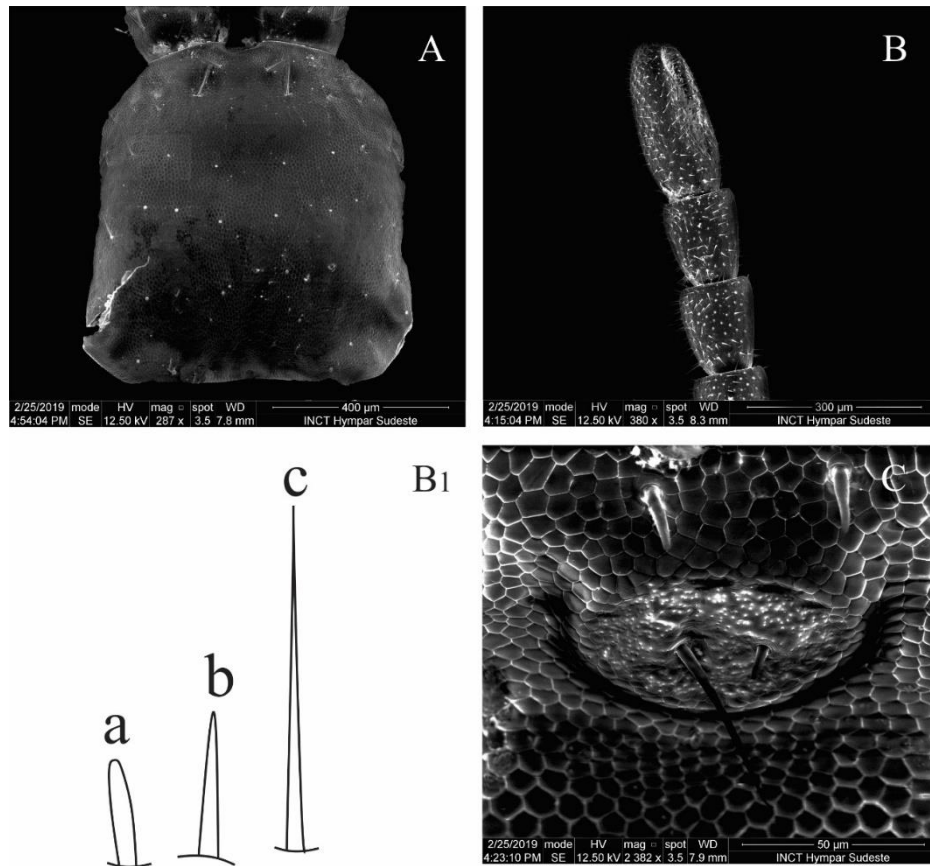


Figure 4. *Ribautia* sp. nov. A). Cephalic plate, dorsal view. Scale bar 400 μm . B). Ultimate antennal articles, dorsal view. Scale bar 300 μm . B1). Schematic drawing of the bristles (type a, b, and c) found on the last antennal article. C). Clipeal region. Scale bar 50 μm .



Figure 5. *Ribautia* sp. nov. Labrum region. Scale bar 300 μm

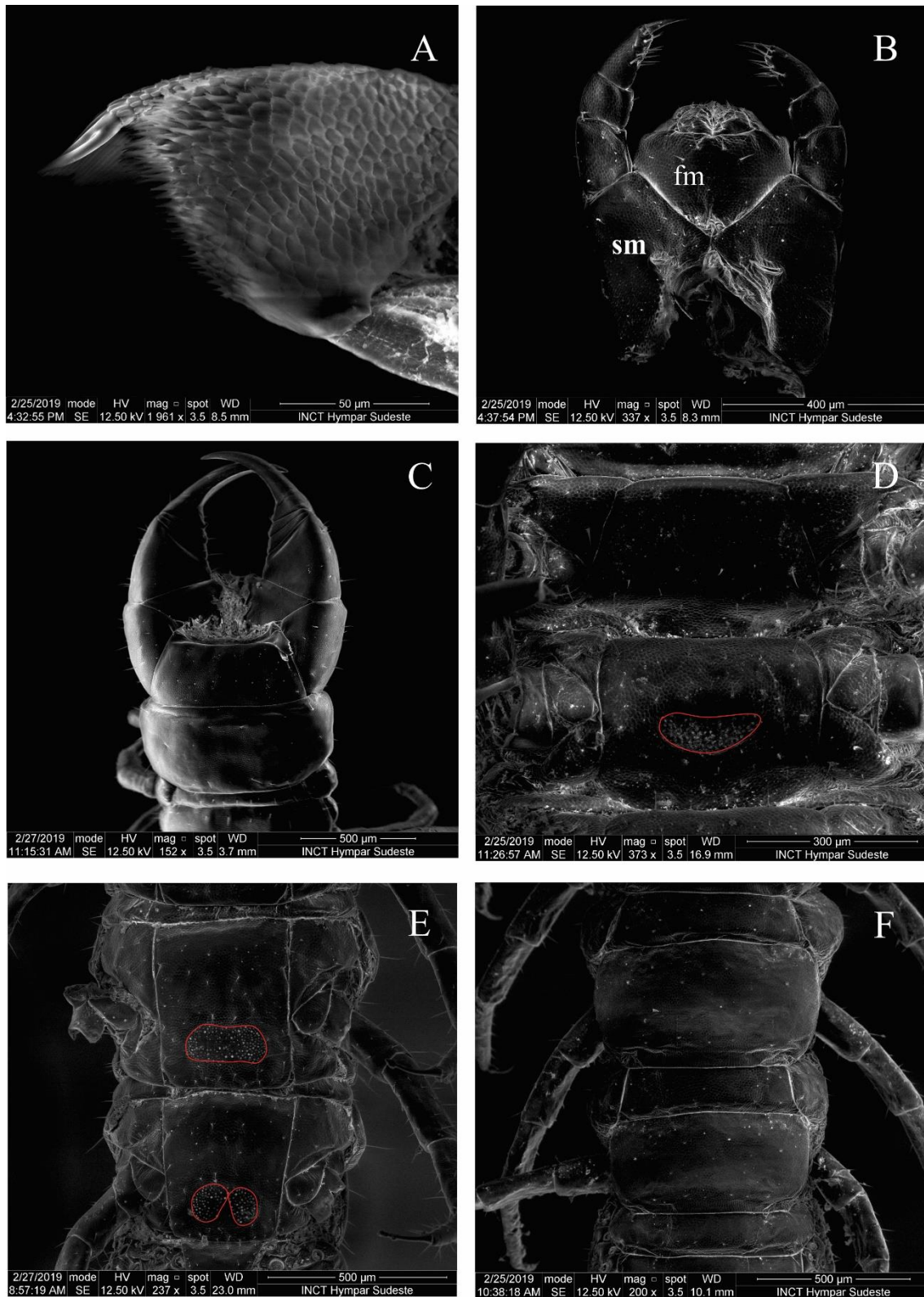


Figure 6. *Ribautia* sp. nov. A). Mandible. B) First (fm) and second maxilla (sm). C). Forcipular segment, dorsal view. D). First and second trunk sternites, circle delimiting ventral pore area, ventral view. E). Median sternites, circle delimiting different ventral pore arrangements, ventral view. F). Tergites morphology, dorsal view.

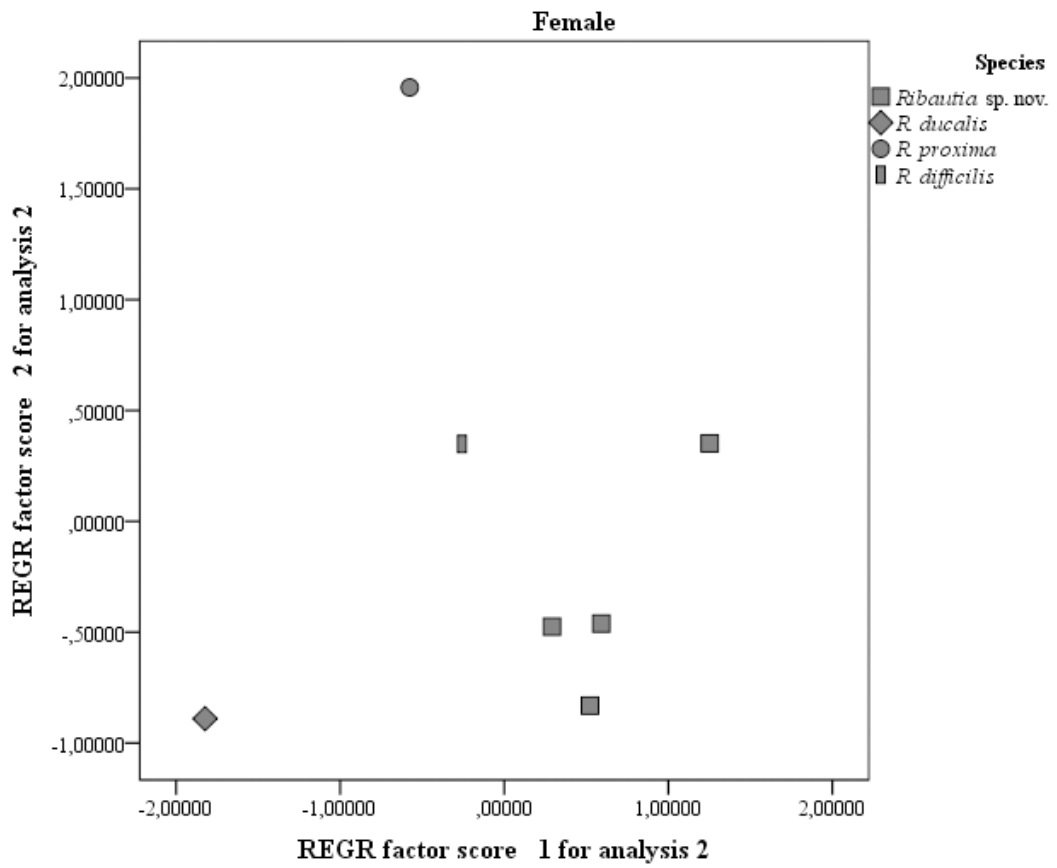


Figure 7. Distribution of factor scores of the first two main components of 20 measurements of adult female specimens of *Ribautia* sp. nov., *R. ducalis*, *R. proxima*, and *R. difficilis*.

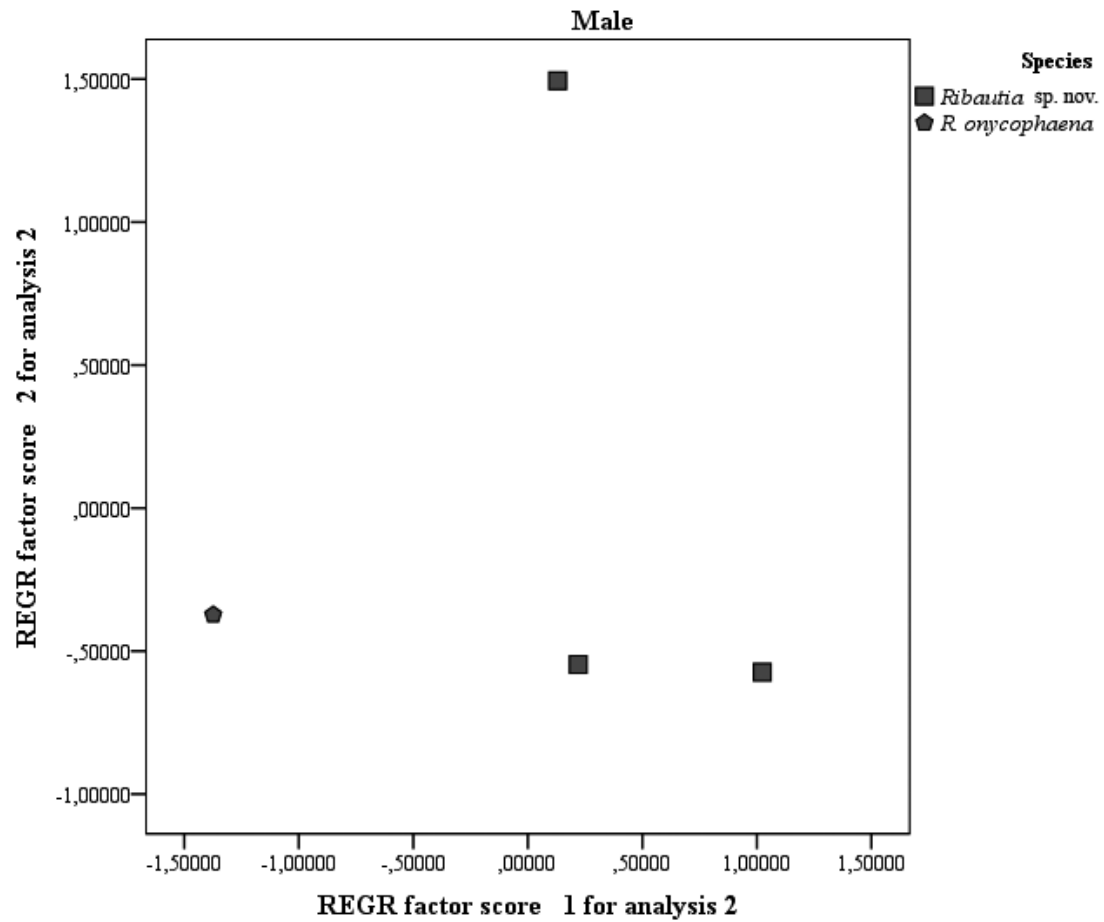


Figure 8. Distribution of factor scores of the first two main components of 20 measurements of adult male specimens of *Ribautia* sp. nov. and *R. onycophaena*.

CAPÍTULO II

AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE CENTOPEIAS DA FAMÍLIA GEOPHILIDAE LEACH, 1815 (CHILOPODA: GEOPHILOMORPHA) DE CAVERNAS BRASILEIRAS

Avaliação do estado de conservação de centopeias da família Geophilidae Leach, 1815 (Chilopoda: Geophilomorpha) de cavernas brasileiras

Régia Mayane Pacheco Fonseca^{1,2*}, Maria Elina Bichuette³, Manoela Karam-Gemael⁴,
& Amazonas Chagas Júnior¹

¹*Laboratório de Sistemática e Taxonomia de Artrópodes Terrestres, Departamento de Biologia e Zoologia, Instituto de Biociências, Universidade Federal de Mato Grosso, Avenida Fernando Correa da Costa, 2367, Boa Esperança, 78060–900, Cuiabá, MT, Brasil*

²*Programa de Pós-Graduação em Zoologia da Universidade Federal de Mato Grosso, Avenida Fernando Correa da Costa, 2367, Boa Esperança, 78060–900, Cuiabá, MT, Brasil*

³ *Laboratório de Estudos Subterrâneos, Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva, Universidade Federal de São Carlos, Rodovia Washington Luís, Km 235, São Carlos, São Paulo, 13565-905, Brasil*

⁴ *Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Federal de Mato Grosso, Avenida Fernando Correa da Costa, 2367, Boa Esperança, 78060–900, Cuiabá, MT, Brasil*

*Autor para correspondência: mayane.bio21@gmail.com

Resumo

A avaliação do estado de conservação de uma espécie é uma importante ferramenta da biologia da conservação. Este estudo avalia o estado de conservação das espécies de geofilídeos que ocorrem em cavernas brasileiras. Para a avaliação foram coletadas as informações disponíveis sobre as espécies, incluindo os dados taxonômicos, de distribuição, história de vida, ecologia, ameaças e ações de conservação. No total, seis espécies cujas descrições estão em andamento foram avaliadas e classificadas de acordo com o protocolo de avaliação da IUCN (International Union for Conservation of Nature). A avaliação de espécies não descritas atende as condições propostas no protocolo da IUCN. Os dados foram reunidos e organizados no formato de ficha técnica de avaliação da IUCN para cada espécie. Os dados obtidos até o momento indicam que as espécies avaliadas são endêmicas do Brasil e possuem uma área de distribuição restrita, com registros para uma ou poucas cavidades subterrâneas. Das seis espécies avaliadas, duas foram classificadas na categoria Em Perigo (EN) e quatro na categoria Criticamente Em Perigo (CR). A falta de regulamentação para o turismo em muitas cavernas, a ausência de Planos de Manejo Espelológicos e a exploração de bens minerários são as principais ameaças às espécies avaliadas. São necessários mais estudos acerca da ecologia, biologia e taxonomia de centopeias que vivem em cavernas no Brasil. Ações de conservação voltadas para minimizar o impacto antrópico em cavernas são fortemente recomendadas.

Palavras-chave: ambientes subterrâneos; Arthropoda; artrópodes terrestres; espécies ameaçadas; invertebrados terrestres; IUCN; miriápodes; Myriapoda; risco de extinção.

Abstract

The assessment of the conservation status of living species is an important tool in conservation biology. This study assesses the conservation status of geophilid species that occur in Brazilian caves. For the assessment, all available information about the species was collected, including taxonomic data, distribution, life history, ecology, threats, and conservation actions. In total, six species which descriptions are in progress have been assessed and classified according to the IUCN (International Union for Conservation of Nature) assessment protocol. The assessment of species still not described meets the conditions proposed in IUCN protocol. Data were gathered and organized in the IUCN format of a technical assessment sheet for each species. So far, data obtained indicate that species assessed are endemic to Brazil and have a restricted distribution area, with records for one or only a few underground cavities. Among all species assessed, two were classified as Endangered (EN) and four as Critically Endangered (CR). Unregulated tourism in caves, the lack of speleological management plans, and the exploitation of mineral goods are the main threats to the species assessed. More studies on the ecology, biology and taxonomy of centipedes living in Brazilian caves are needed. Conservation actions aimed at minimizing anthropic impact on caves are strongly recommended.

Key words: Arthropoda; extinction risk; invertebrates; IUCN; miriapods; Myriapoda; terrestrial arthropods; threatened species; underground cavities.

Introdução

O Brasil é considerado um país megadiverso (Mittermeier *et al.* 1997), mas a biodiversidade na região sofre intensa pressão antrópica. A agropecuária, a poluição, a expansão urbana e as atividades de produção de energia e mineração (ICMBio 2018) ameaçam drasticamente os recursos naturais.

De acordo com o Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil (2015) existem pelo menos 119.154 espécies válidas de animais conhecidas para o país, sendo a maioria de artrópodes (cerca de 85%) e cordados (cerca de 10%). No entanto, os animais invertebrados são seletivamente avaliados quanto ao risco de extinção em geral incluindo somente aqueles considerados indicadores de qualidade ambiental (ICMBio 2013), importantes para serviços ambientais ou que são utilizados comercialmente segundo as

Diretrizes do Processo de Avaliação do Estado de Conservação da Fauna Brasileira (ICMBio 2013).

Entre os invertebrados terrestres, as centopeias (Myriapoda, Chilopoda) representam um grupo diverso e com ampla distribuição em todos os continentes, com exceção da Antártica. Apresentam hábito noturno, criptobiótico, e são encontrados em diversos microhabitats, incluindo solo, troncos em decomposição, folhiço, galerias subterrâneas e cupinzeiros (Bonato & Zapparoli 2011). São amplamente distribuídos no Brasil e podem ser encontrados também em áreas urbanas (Undheim *et al.* 2015). Além disso, apresentam importância significativa no controle de pragas e possuem potencial farmacológico (Voigtländer 2011).

As centopeias da ordem Geophilomorpha Pocock, 1895 são um grupo relativamente sensível às alterações ambientais, devido ao fato de terem preferência por ambientes com elevada ou média umidade (Foddai *et al.* 2002). Embora represente a ordem mais diversa de centopeias, o grupo não é muito abundante em ambientes subterrâneos quando comparado a outros artrópodes. Centopeias da família Geophilidae Leach, 1815 já foram registradas em cavernas no Brasil (Chagas-Jr & Bichuette 2018), embora ainda não descritas na literatura.

Entre as espécies de miriápodes classificadas como ameaçadas de extinção no Livro Vermelho de Espécies Ameaçadas de Fauna do Brasil (2014), 73% são conhecidas apenas de habitats subterrâneos e apenas 33% ocorrem dentro de Unidades de Conservação (UCs) (Karam-Gemael *et al.* 2018). Organismos subterrâneos são naturalmente vulneráveis a perturbações ambientais (Trajano & Bichuette 2006). Os efeitos das ações antrópicas podem acarretar diminuições populacionais e até extinções locais de vários grupos (Trajano & Bichuette 2006). Assim, o conhecimento gerado pelo monitoramento e avaliação do estado de conservação de centopeias cavernícolas pode fornecer suporte para as decisões sobre a conservação do grupo global e localmente (Prates & Drummond 2007) já que estudos com centopeias de cavernas são escassos.

No Brasil, existem cerca de 20.201 cavidades naturais em diferentes litologias, e, os estados de Minas Gerais e Pará concentram o maior número de cavidades cadastradas: 8.907 (44,09%) e 2.631 (13,02%) respectivamente (Canie 2020). No entanto, a maioria das cavernas não estão incluídas em unidades de conservação ou em programas de proteção e monitoramento, fundamentais para entender padrões de distribuição e fragilidades (Gallão & Bichuette 2018). Além disso, a falta de estudos faunísticos ou a

concentração de pesquisas em uma determinada região impossibilita elencar locais com elevada biodiversidade ou spots de diversidade (Bichuette *et al.* 2015).

Dessa forma, o presente estudo tem por objetivo avaliar o estado de conservação de espécies de centopeias da família Geophilidae que ocorrem em cavernas brasileiras.

Metodologia

A avaliação do estado de conservação das espécies de centopeias cavernícolas foi baseada no protocolo desenvolvido pela IUCN (*International Union For Conservation of Nature*). A metodologia da IUCN segue critérios objetivos e quantitativos para avaliar o nível de risco de extinção das espécies. O protocolo é produto de amplas discussões entre a instituição e a comunidade científica. A primeira versão das categorias e critérios foi desenvolvida em 1994. Atualmente utiliza-se a versão 3.1, de 2001 (IUCN 2012). Para aplicação do método são utilizados o guia para uso das categorias e critérios IUCN versão 14 (IUCN 2019) e o guia para aplicação em nível regional versão 4.0 (IUCN 2012).

O protocolo da IUCN propõe a classificação das espécies em uma das oito categorias propostas (IUCN 2019):

Extinto	(EX)	Quando não restam quaisquer dúvidas de que o último indivíduo tenha morrido.
Extinto na natureza	(EW)	Quando sua sobrevivência é conhecida apenas em cultivo, cativeiro ou como uma população (ou populações) naturalizada fora da sua área de distribuição natural.
Criticamente em perigo	(CR)	Quando as melhores evidências disponíveis indicam que se cumpre qualquer um dos critérios A a E para Criticamente em Perigo, e por isso considera-se que está enfrentando um risco extremamente alto de extinção na natureza.
Em perigo	(EN)	Quando as melhores evidências disponíveis indicam que se cumpre qualquer um dos critérios A–E para Em Perigo, e por isso considera-se que está enfrentando um risco muito alto de extinção na natureza.
Vulnerável	(VU)	Quando as melhores evidências disponíveis indicam que se cumpre qualquer um dos critérios A a E para Vulnerável, e por isso considera-se que está enfrentando um risco alto de extinção na natureza.
Quase ameaçado	(NT)	Quando não se qualifica atualmente como Criticamente em Perigo, Em Perigo ou Vulnerável, mas está perto da qualificação (critérios explicados

		adiante) ou é provável que venha a se enquadrar em uma categoria de ameaça num futuro próximo.
Menos Preocupante	(LC)	Quando não se qualifica como Criticamente em Perigo, Em Perigo, Vulnerável ou Quase Ameaçada.
Dados Insuficientes	(DD)	Quando não há informação adequada para fazer uma avaliação direta ou indireta do seu risco de extinção, com base na sua distribuição e/ou estado populacional.

Uma espécie é considerada como ameaçada de extinção quando é classificada como Criticamente em perigo (CR), Em perigo (EN) ou Vulnerável (VU). A análise é baseada em cinco critérios quantitativos (IUCN 2019): redução populacional (A); distribuição geográfica (B); população pequena e em declínio (C); população muito pequena ou restrita (D) e análise quantitativa de risco de extinção (E). Alguns critérios usam combinações desses parâmetros e a maioria dos critérios inclui subcritérios, que são usados para justificar com mais detalhes a classificação de um táxon em determinada categoria. Estes critérios buscam detectar os sintomas da ameaça, e não suas causas, de modo que podem ser aplicados a qualquer processo de ameaça que resulte em consequências como declínio populacional passado ou futuro, população pequena ou distribuição geográfica restrita. Assim, mesmo que a ameaça não seja identificada em um primeiro momento, um táxon pode ser classificado como ameaçado, desde que atinja os limites de pelo menos um critério (IUCN 2019).

Neste estudo são avaliadas seis espécies novas de centopeias cavernícolas da família Geophilidae: duas espécies de *Hyphidrophilus* Pereira, Minelli & Barbieri, 1994, *Hyphidrophilus* sp. nov. 1 e *Hyphidrophilus* sp. nov. 2, três espécies pertencentes ao gênero *Ribautia* Brölemann, 1909, *Ribautia* sp. nov., *Ribautia* sp. nov. 1 e *Ribautia* sp. nov. 2, uma espécie pertencente ao gênero *Schizonampa* Chamberlin, 1914, *Schizonampa* sp. nov. 1. Para avaliação das espécies foram coletadas todas as informações disponíveis sobre as espécies, incluindo os dados de descrição, distribuição, história de vida, ecologia, ações de conservação já existentes e ameaças. As informações foram reunidas e organizadas no formato de ficha técnica de informações e avaliação para cada espécie. Todas as espécies avaliadas foram classificadas em alguma categoria de risco de acordo com a metodologia de categorias e critérios da IUCN.

Para utilização do critério B (distribuição geográfica) foram calculadas as áreas de ocupação (AOO) e extensão de ocorrência (EOO) com base nas coordenadas

geográficas dos pontos de ocorrência de cada espécie. Os cálculos foram realizados no programa GeoCAT (Bachman *et al.* 2011).

As avaliações das espécies de Geophilidae cavernícolas atendem as condições propostas no protocolo da IUCN (2019) que define que uma espécie não descrita pode ser avaliada desde que: sua descrição esteja em andamento, a forma não descrita é uma espécie válida, sua avaliação neste momento ajudará na sua conservação, são fornecidas as informações claras da distribuição da espécie, o nome comum está incluso, o pesquisador responsável pela proposta da nova espécie e a instituição que contém o material coletado deve ser identificado.

Resultados

Todas as informações coletadas sobre cada espécie, os dados relativos às avaliações e suas justificativas foram reunidas nas fichas de “Avaliação do Risco de Extinção” (Anexo I) e estão sumarizadas na tabela abaixo (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo das avaliações das espécies cavernícolas com base nos critérios da IUCN, incluindo a categoria de avaliação, as principais ameaças encontradas e a ocorrência em Unidades de Conservação.

Espécie avaliada	Categoria	Principais ameaças	UC
<i>Hyphidrophilus</i> sp. nov. 1	CR	Prática esportiva de rapel	Sim
<i>Hyphidrophilus</i> sp. nov. 2	EN	Mineração	Sim
<i>Ribautia</i> sp. nov.	EN	Turismo	Sim
<i>Ribautia</i> sp. nov. 1	CR	Mineração	Não
<i>Ribautia</i> sp. nov. 2	CR	Mineração	Não
<i>Schizonampa</i> sp. nov. 1	CR	Mineração	Sim

Discussão

Os miriápodes representam um grupo ecologicamente importante e abundante nos ecossistemas terrestres, entretanto são animais ainda pouco estudados (Pigozzo &

Outeda-Jorge 2007). Apesar de a primeira edição da Lista Vermelha Brasileira ter sido publicada em 1968, os miriápodes foram avaliados no Brasil pela primeira vez em 2003 (todos da classe Diplopoda: *Leodesmus yporangae* (Schubart, 1946), *Peridontodesmella alba* Schubart, 1957, *Yporangiella stygius* Schubart, 1946 e *Rhinocricus padbergi* Verhoeff, 1938). Já as centopeias (classe Chilopoda) foram avaliadas pela primeira vez na lista atual publicada em 2014 (MMA 2014).

Das 15 espécies de miriápodes presentes na Lista de Fauna Ameaçada Brasileira de 2014, três são centopeias: *Scolopendropsis duplicata* Chagas-Jr, Edgecombe & Minelli, 2008, classificada como Vulnerável (VU), *Cryptops spelaeoraptor* Ázara & Ferreira, 2014 e *Cryptops iporangensis* Ázara & Ferreira, 2013, classificadas como Em Perigo (EN) (MMA 2016) e descritas para cavernas no Brasil (Chagas-Jr & Bichuette 2018). A presença de miriápodes na lista chama a atenção para o grupo, que geralmente recebe pouca ou nenhuma atenção em programas de conservação e avaliações de impacto ambiental (Karam-Gemael *et al.* 2018).

Avaliações de ameaças

Os dados obtidos até o momento indicam que as espécies avaliadas são endêmicas do Brasil com uma área de distribuição restrita. Metade das espécies possui registro em apenas uma caverna; as demais, ocorrem em até quatro cavidades, sendo que algumas não ocorrem em áreas protegidas legalmente.

As principais ameaças às espécies avaliadas se resumem a ações antrópicas por meio do turismo e/ou práticas esportivas nas cavernas (e/ou seu entorno) e a exploração de bens minerais. Segundo Pimm *et al.* (1995), as taxas de extinção e os distúrbios causados pelas atividades humanas são significativos na perda da biodiversidade. Neste estudo, a perturbação humana foi registrada para todas as espécies avaliadas, inclusive em áreas já protegidas, como no caso do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira–PETAR/SP e Parque Estadual Intervales–PEI/SP.

Já a mineração tem levado à supressão de maciços inteiros, morrotes, cavernas e sistemas, sejam em rocha calcária ou outras litologias (como minério de ferro e granito), o que leva à perda de uma biodiversidade subterrânea única e, na maior parte das vezes, desconhecida (Trajano & Bichuette 2010). Na região de Carajás, centenas de cavernas e sua fauna associada estão inseridas na Floresta Nacional de Carajás e correm o risco de serem suprimidas pela mineração, sem um maior conhecimento destas espécies pela ciência, além de estudos detalhados de história de vida (Bichuette *et al.* 2015). No

presente trabalho, verificamos a supressão de uma das localidades de ocorrência da espécie *Schizonampa* sp. nov. 1 (Parauapebas/PA (Gruta S11D-6 (6°24'07"S, 50°21'05"W)) por tal atividade, visto que a barragem de rejeito está na borda da cavidade, em avanço.

Bichuette e colaboradores (2015) discutem que a intensa exploração de bens minerais no país cresceu enormemente após a publicação do Decreto número 6640, que categoriza cavidades naturais subterrâneas em níveis de relevância e protege apenas as de relevância máxima. Um dos critérios que definem relevância máxima é a presença de espécies em risco de extinção constantes de listas de espécies ameaçadas oficiais (Bichuette *et al.* 2015). Logo, são necessários mais estudos faunísticos e taxonômicos, uma vez que a presença de espécies ameaçadas em cavernas implica na conservação desses ambientes e consequentemente de todas as espécies ali presentes.

A insuficiência de dados sobre as localidades de registro das espécies *Ribautia* sp. nov. 1 e *Ribautia* sp. nov. 2 não permite uma discussão pontual sobre a área de ocorrência das espécies. No entanto, sabe-se que as cavernas estão localizadas em áreas de exploração de bens minerários nos estados de Minas Gerais e Bahia, assim como a região de Carajás (M. E. Bichuette, comunicação pessoal, 11 de dezembro de 2019).

Ações de conservação

No Brasil, existem duas UCs criadas para a conservação de invertebrados terrestres: o verme de veludo *Epiperipatus acacioi* (Marcus & Marcus 1955) e comunidades de libélulas, ambas no sudeste do Brasil. No entanto, estas são claramente exceções na agenda de conservação brasileira. A falta de ações de conservação para as espécies ameaçadas de miriápodes, especialmente por meio da proteção dos habitats onde ocorrem, pode aumentar a probabilidade de extinção das espécies a médio e longo prazo, principalmente em habitats subterrâneos, onde a maioria das espécies ameaçadas de Myriapoda ocorrem.

Com base na distribuição restrita, nas ameaças identificadas e nas avaliações do estado de conservação realizadas é possível sugerir que as espécies avaliadas neste estudo demandam esforços urgentes para a conservação. Dessa forma, aqui são elencadas algumas sugestões para conservação dessas espécies:

Ações de conservação para ecossistemas ricos em minerais, pois muitos deles também são extremamente ricos em biodiversidade (Neves *et al.* 2016);

Fiscalizar e controlar o uso do patrimônio espeleológico brasileiro, bem como promover estudos dessas áreas;

Estudos em ecologia e história natural com espécies de centopeias subterrâneas;

Planos de ação de conservação específicos para as áreas onde ocorrem as espécies consideradas com maior risco de extinção;

Planos de monitoramento de longo prazo da fauna de ambientes subterrâneos;

Estudos específicos acerca da ecologia, biologia e taxonomia com foco na fauna subterrânea.

Agradecimentos

Este trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. À CAPES/CNPQ pelo apoio financeiro a MEB (Projeto PROTAX II, processo 440646/2015-4).

Referências

- Bachman, S., Moat, J., Hill, A.W., de la Torre, J. & Scott B. (2011) Supporting Red List threat assessments with GeoCAT: geospatial conservation assessment tool. In: Smith V, Penev L (Eds) e-Infrastructures for data publishing in biodiversity science. *ZooKeys*, 150, 117–126. (Version BETA)*
- Bichuette, M. B., Fonseca-Ferreira, R. & Gallão, J. E. (2015) Biota Subterrânea associada às cavernas em formações ferríferas. In: *Patrimônio espeleológico em rochas ferruginosas: propostas para sua conservação no quadrilátero ferrífero, Minas Gerais*. Sociedade Brasileira de Espeleologia, pp. 174–191.
- Bonato, L. (2011) Chilopoda. Taxonomy Overview. Geophilomorpha. In: Minelli, A. (Ed.) *Treatise on Zoology – Anatomy, Taxonomy, Biology – The Myriapoda*. Brill, Leiden, p. 407–443.
- Bonato, L. & Zapparoli, M. (2011) Chilopoda: Geographical Distribution. In: Minelli, A. (Ed.) *Treatise on Zoology – Anatomy, Taxonomy, Biology – The Myriapoda*. Brill, Leiden, 327–337.
- Cajaiba, R. L (2012) Ocorrência do Grilo *Endecous* em Quatro Cavernas no Município de Uruará – PA, Brasil. *EntomoBrasilis*, 5 (2): 120–124.
- Canie (2020) *Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas*. Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas – CECAV. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cecav/> (10 Fev. 2020).

- Chagas-Jr, A. & Bichuette, M. E. (2018) A synopsis of centipedes in Brazilian caves: hidden species diversity that needs conservation (Myriapoda, Chilopoda). *ZooKeys*, 737, 13–56.
- CTFB (2015) *Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil*. Disponível em: <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/listaBrasil/PrincipalUC/PrincipalUC.do?lingua=pt> (10 Mar. 2020).
- Culver, D. C. (1982) *Cave Life. Evolution and Ecology*. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts and London, England. 189 pp.
- Foddai, D. Minelli, A. & Pereira, L. A. (2002) Geophilomorpha. In: Adis, J. *Amazonian Arachnida and Myriapoda*. Bulgaria (Sofia), Pensoft, 459–474.
- Gallão, J. E. & Bichuette, M. E. (2018) Brazilian obligatory subterranean fauna and threats to the hypogean environment. *ZooKeys*, 746: 1–23.
- Gilbert, J., Danielopol, D. L. & Stanford, J. A. (1994) *Groundwater Ecology*. Academic Press Limited, San Diego, California, 571.
- ICMBio (2013) *Instrução Normativa ICMBio nº 34 de 17 de outubro de 2013. Dispõe sobre as diretrizes e procedimentos para a avaliação do estado de conservação das espécies da fauna brasileira*. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao_normativa/2013/in_icmbio_34_2013_diretrizes_avaliao%3%A7%3%A3o_estado_conserva%3%A7%3%A3o_fauna_e_sistema_esp%3%A9cies.pdf>.
- ICMBio (2014) *Roteiro metodológico para avaliação do estado de conservação das espécies da fauna brasileira*. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/fauna-brasileira/avaliacao-do-risco/Roteiro_Metodologico_Avaliacao_Fauna_Brasileira_2014.pdf>. Acesso em 07 de novembro de 2019.
- ICMBio (2018) Plano de Ação Nacional – PAN. Disponível: (<http://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/planos-de-acao-nacional>).
- IUCN (2019) Standards and Petitions Committee. *Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria*. Version 14. Prepared by the Standards and Petitions Committee. Downloadable from <http://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf>.
- Karam-Gemael, M., Izzo, T. J. & Chagas-Jr, A. (2018) Why be red listed? Threatened Myriapoda species in Brazil with implications for their conservation. In: Stoev P,

- Edgecombe GD (Eds) Proceedings of the 17th International Congress of Myriapodology, Krabi, Thailand. *ZooKeys*, 741, 255–269.
- Mendonça, M.P. & Lins, L.V. (org.). 2000. *Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora de Minas Gerais*. Belo Horizonte, Biodiversitas e Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte.
- Mittermeier, R. A.; Robles-Gil, P. & Mittermeier, C. (1997) *Megadiversity*. Earth's Biological Wealthiest Nations. Mexico City: CEMEX/Agrupación Sierra Madre.
- MMA (2014) Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014. *Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção*. Diário Oficial da União, 245(1): 121–126.
- MMA (2016) *Sumário Executivo: Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção*. ICMBio, Brasília, 76 pp.
- Neves, A. C. O., Nunes, F. P., Carvalho, F. A. & Fernandes, W. (2016) Neglect of ecosystems services by mining, and the worst environmental disaster in Brazil. *Natureza & Conservação*, 14, 24–27.
- Prates, I. & Drummond, L. (2007) Diversidade de invertebrados. In: *Sistemas Areias: 100 anos de estudos*. Redespeleo, São Paulo, pp. 70–82.
- Pigozzo, R. J. B. & Outeda-Jorge, S. (2007) Miriápodes. In: *Sistemas Areias: 100 anos de estudos*. Redespeleo, São Paulo, pp. 91–96.
- Pimm, S. L., Russell, G. J., Gittleman, J. L. & Brooks, T. M. (1995) The future of biodiversity. *Science*, 269, 347–350.
- Souza-Silva, M. (2003) *Dinâmica da disponibilidade de recursos alimentares em uma caverna calcária*. Dissertação de Mestrado em Ecologia Conservação e Manejo da Vida Silvestre, ICB – UFMG, 77 pp.
- Trajano, E. & Bichuette, M. E. (2006) *Biologia Subterrânea: Introdução*. São Paulo, Redespeleo, 92 pp.
- Trajano, E. & Bichuette, M. E. (2010) Diversity of Brazilian subterranean invertebrates, with a list of troglomorphic taxa. *Subterranean Biology*, 7, 1–16.
- Undheim, E. A. B., Fry, B. G. & King, G. F. (2015) Centipede Venom: Recent Discoveries and Current State of Knowledge. *Toxins*, 7 (3), 679–704.
- Voigtländer, K (2011) Chilopoda – Ecology. In: Minelli, A. (Ed.) *Treatise on Zoology – Anatomy, Taxonomy, Biology – The Myriapoda*. Brill, Leiden, p. 309–325.

Anexo I: Fichas de Avaliação

Avaliação do Risco de Extinção de *Ribautia* sp. nov. Fonseca *et al.*

1. O táxon é endêmico do Brasil?

Sim Não Não se sabe

2. O táxon já foi avaliado anteriormente em nível nacional?

Sim. Qual a categoria em que se encontra e quais os critérios utilizados?

Não.

3. O táxon já foi avaliado anteriormente em nível global?

Sim. Qual a categoria em que se encontra e quais os critérios utilizados?

Não.

4. Sinonímia: Nenhuma.

5. Nomes Comuns: Lacraia, centopeia.

6a. Ordem: Geophilomorpha Pocock, 1895

6b. Família: Geophilidae Leach, 1815

7. Taxonomia

8. Distribuição

Ribautia sp. nov. é endêmica do Brasil e tem registros em quatro cavidades subterrâneas na região do Alto da Ribeira, sudeste do país. Das cavernas onde a espécie ocorre, três estão localizadas no Parque Estadual Turístico do Alto do Ribeira-PETAR (Ressurgência das Areias de Água Quente 24°33'53,0"S, 48°40'15,5"W, Gruta das Areias de Cima 24°35'01,7"S, 48°42'01,7"W e Caverna Alambari de Cima 24°32'54"S, 48°39'53"W) e uma no Parque Estadual Intervales (Gruta da Mãozinha 24°16'23,7"S, 48°26'57,5"W), ambos em Iporanga/SP.

Ribautia sp. nov. é a segunda centopeia troglomórfica registrada no Sistema Areias, um hot spot de fauna subterrânea no Brasil.

9. População

Desconhecida.

10. Estado populacional

Aumentando Diminuindo Estável Desconhecido

11. Habitat e Ecologia

Ribautia sp. nov. é aparentemente rara e de hábitos solitários; está sempre associada com guano ou outro substrato orgânico úmido presente em cavernas. A espécie ocupa

ambientes cavernícolas e, assim como os demais geofilomorfos, é basicamente carnívora, mas pode ingerir vegetais (Voigthänder 2011).

12. História de Vida e Biologia

Ribautia sp. nov. possui 55 pares de pernas locomotoras, aproximadamente 40 mm de comprimento de corpo e 0,98 mm de largura. Tem coloração amarelo pálido (tronco) e marrom escuro (forcípula). Apresenta uma forcípula ligeiramente curvada, com um denticulo basal.

13. Ameaças

Apesar de todas as cavernas onde a espécie ocorre estarem protegidas legalmente (parcialmente no caso da Ressurgência das Areias de Água Quente), as cavernas do Sistema Areias estão sujeitas principalmente aos efeitos da visitação humana e à poluição das águas (Pacca *et al.* 2007). As principais ameaças à conservação das áreas são o turismo desenfreado na Ressurgência das Areias e a poluição da drenagem subterrânea na caverna Areias de Cima (Trajano & Bichuette 2006; Gallão & Bichuette 2018). O turismo intenso na Gruta da Mãozinha (Parque Estadual Intervales) também representa uma ameaça. A Caverna de Alambari de Cima (PETAR) está fechada para visitação e, portanto, relativamente protegida contra o turismo.

14. Ações de Conservação (Incluindo presença em Unidades de Conservação e na legislação nacional)

Todos os pontos de ocorrência de *Ribautia* sp. nov. estão em duas áreas legalmente protegidas: Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira-PETAR, unidade de conservação com cerca de 35 mil hectares de Mata Atlântica preservada que abrange uma das províncias espeleológicas mais importantes do Brasil (PETAR 2019); e o Parque Estadual Intervales, unidade de conservação classificada como Proteção Integral, com cerca de 41.700 hectares. No entanto, o turismo desregulado dentro de unidades de conservação representa uma ameaça.

15. Pesquisa

Não há estudos científicos prévios sobre a espécie.

16. Referências Bibliográficas

Gallão, J. E. & Bichuette, M. E. (2018) Brazilian obligatory subterranean fauna and threats to the hypogean environment. *ZooKeys*, 746, 1–23. <https://doi.org/10.3897/zookeys.746.15140>

Trajano, E. & Bichuette M. E. (2006) *Biologia Subterrânea: Introdução*. São Paulo: Redespeleo, 92 pp.

Pacca, H.M.; Sebrían, T.C.G.; Trajano, E. (2007) Conservação. In: *Sistemas Areias: 100 anos de estudos*. Redespeleo, São Paulo, pp. 113–119.

PETAR (2019) *Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira – PETAR Online*. Disponível em: <<https://www.petaronline.com.br/petar/>>. Acessado em 12 de novembro de 2019.

Trajano, E. (2007) Os estudos biológicos no Sistema Areias. In: *Sistemas Areias: 100 anos de estudos*. Redespeleo, São Paulo, pp. 26–28.]

Voigthänder, K. (2011) Chilopoda: Ecology. In: Minelli, A. (Ed.) *Treatise on Zoology – Anatomy, Taxonomy, Biology – The Myriapoda*. Brill, Leiden, p. 309–325.

AVALIAÇÃO

- () Extinto (EX)
- () Extinto na natureza (EW)
- () Extinto no Brasil (RE)
- () Criticamente Em Perigo (CR)
- (x) Em Perigo (EN)
- () Vulnerável (VU)
- () Quase ameaçado (NT)
- () Menos preocupante (LC)
- () Dados Insuficientes (DD)
- () Não Aplicável (NA)

JUSTIFICATIVA

Considerando a área de ocupação (16 km²) e a extensão de ocorrência (24km²) de *Ribautia* sp. nov. a espécie pode ser classificada na categoria Em Perigo (EN), segundo os critérios da IUCN. As ameaças identificadas (turismo intenso nas cavernas Ressurgência das Areias e Gruta da Mãozinha e área parcialmente fora da unidade de conservação na Ressurgência das Areias de Água Quente) e a avaliação do status de conservação da espécie indicam a necessidade de projetos de conservação, como o monitoramento populacional da espécie.

Ribautia sp. nov. está em processo de descrição (artigo científico submetido em outubro/2019 para a revista *Zootaxa*) e a presente avaliação atende à todas as condições propostas no Roteiro Metodológico de Avaliação do ICMBio (2014) para a avaliação de espécies não descritas. Os espécimes analisados estão depositados na Coleção Zoológica do Laboratório de Estudos Subterrâneo – LES, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, Brasil (vouchers: LES 0016373, LES 0016372, LES 0010594, LES 0010592, LES 0010593, LES 00005220).

Avaliação do Risco de Extinção de *Hyphydrophilus* sp. nov. 1 Fonseca *et al.*

1. O táxon é endêmico do Brasil?

Sim Não Não se sabe

2. O táxon já foi avaliado anteriormente em nível nacional?

Sim. Qual a categoria em que se encontra e quais os critérios utilizados?

Não.

3. O táxon já foi avaliado anteriormente em nível global?

Sim. Qual a categoria em que se encontra e quais os critérios utilizados?

Não.

4. Sinonímia: Nenhuma.

5. Nomes Comuns: Lacraia, centopeia.

6a. Ordem: Geophilomorpha Pocock, 1895

6b. Família: Geophilidae Leach, 1815

7. Taxonomia

8. Distribuição

Hyphydrophilus sp. nov. 1 é conhecida apenas da localidade-tipo no município de Iporanga/SP (Gruta Lage Branca (24°32'54"S, 48°43'17"W), localizada dentro do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira-PETAR).

9. População

Desconhecida.

10. Estado populacional

Aumentando Diminuindo Estável Desconhecido

11. Habitat e Ecologia

A espécie ocupa ambientes cavernícolas e, assim como os demais geofilomorfos, é basicamente carnívora, mas pode ingerir vegetais (Voigthänder 2011).

12. História de Vida e Biologia

Hyphydrophilus sp. nov. 1 possui 41 pares de pernas locomotoras, aproximadamente 21 mm de comprimento de corpo e 0,61 mm de largura. Tem coloração amarelo pálido (tronco) e castanho amarelado (forcípula). Apresenta uma forcípula ligeiramente curvada, com um denticulo basal presente.

13. Ameaças

As cavernas do Sistema Areias estão sujeitas principalmente aos efeitos da visitação

humana e à poluição das águas (Pacca *et al.* 2007). A Gruta Lage Branca está oficialmente fechada para a visitação turística, no entanto, a entrada da caverna é usada para a prática esportiva de rapel (PETAR 2019).

14. Ações de Conservação (Incluindo presença em Unidades de Conservação e na legislação nacional)

A localidade-tipo de *Hyphydrophilus* sp. nov. 1 está em uma área legalmente protegida: o Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira-PETAR, unidade de conservação com cerca de 35 mil hectares de Mata Atlântica preservada que abrange uma das províncias espeleológicas mais importantes do Brasil. No entanto, o turismo desregulado dentro de unidades de conservação ainda representa uma ameaça no país.

15. Pesquisa

Não há estudos científicos prévios sobre a espécie.

16. Referências Bibliográficas

Pacca, H.M.; Sebrían, T.C.G.; Trajano, E. (2007) Conservação. *In: Sistemas Areias: 100 anos de estudos*. Redespeleo, São Paulo, pp. 113–119.

PETAR (2019) *Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira – PETAR Online*. Disponível em: <<https://www.petaronline.com.br/petar/>>. Acessado em 12 de novembro de 2019.

Instituto Florestal da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (2019). Disponível em: <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/2018/04/encontro-paulista-de-espeleologia-marca-60-anos-do-petar/>>. (13 nov. 2019).

Voigthänder, K. (2011) Chilopoda: Ecology. *In: Minelli, A. (Ed.) Treatise on Zoology – Anatomy, Taxonomy, Biology – The Myriapoda*. Brill, Leiden, p. 309–325.

AVALIAÇÃO

- () Extinto (EX)
- () Extinto na natureza (EW)
- () Extinto no Brasil (RE)
- (x) Criticamente Em Perigo (CR)
- () Em Perigo (EN)
- () Vulnerável (VU)
- () Quase ameaçado (NT)
- () Menos preocupante (LC)
- () Dados Insuficientes (DD)
- () Não Aplicável (NA)

JUSTIFICATIVA

Considerando a área de ocupação (4km²) e a extensão de ocorrência (0km²) de *Hyphydrophilus* sp. nov. 1 a espécie pode ser classificada na categoria Criticamente Em Perigo (CR), segundo os critérios da IUCN.

Hyphydrophilus sp. nov. 1 está em processo de descrição (artigo científico submetido em maio/2020 para a revista *Zootaxa*) e a presente avaliação atende à todas as condições propostas no Roteiro Metodológico de Avaliação do ICMBio (2014) para a avaliação de espécies não descritas. Os espécimes analisados estão depositados na Coleção Zoológica do Laboratório de Estudos Subterrâneo – LES, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, Brasil (voucher LES 0000010591).

Avaliação do Risco de Extinção de *Hyphydrophilus* sp. nov. 2 Fonseca *et al.*

1. O táxon é endêmico do Brasil?

Sim Não Não se sabe

2. O táxon já foi avaliado anteriormente em nível nacional?

Sim. Qual a categoria em que se encontra e quais os critérios utilizados?

Não.

3. O táxon já foi avaliado anteriormente em nível global?

Sim. Qual a categoria em que se encontra e quais os critérios utilizados?

Não.

4. Sinonímia: Nenhuma.

5. Nomes Comuns: Lacraia, centopeia.

6a. Ordem: Geophilomorpha Pocock, 1895

6b. Família: Geophilidae Leach, 1815

7. Taxonomia

8. Distribuição

Hyphydrophilus sp. nov. 2 é conhecida de três cavidades subterrâneas localizadas na Floresta Nacional dos Carajás, município de Parauapebas/PA: Gruta S11D-94 (6°23'41"S, 50°19'17"W), Gruta S11D-1 (6°23'54"S, 50°21'25"W) e Gruta N4E 16 (6°02'07"S, 50°09'39"W).

9. População

Desconhecida.

10. Estado populacional

Aumentando Diminuindo Estável Desconhecido

11. Habitat e Ecologia

A espécie ocupa ambientes cavernícolas e, assim como os demais geofilomorfos, é basicamente carnívora, mas pode ingerir vegetais (Voigthänder 2011).

12. História de Vida e Biologia

Hyphydrophilus sp. nov. 2 possui 47 pares de pernas locomotoras, aproximadamente 12 mm de comprimento de corpo e 0,32 mm de largura. Tem coloração amarelo claro (tronco) e amarelo escuro alaranjado (forcípula). Apresenta uma forcípula bem desenvolvida, projetando-se além da região anterior da placa cefálica, fortemente curvada e com borda interna serrilhada.

13. Ameaças

Apesar das cavernas estarem localizadas dentro de uma unidade de conservação e, portanto, teoricamente protegidas, as cavidades onde *Hyphydrophilus* sp. nov. 2 ocorre estão em uma área de intensa exploração de minérios de ferro, ouro, manganês, granito e cobre. A mineração, especialmente de ferro, pode causar impactos indiretos e definitivos na integridade física das cavernas devido à supressão ou alteração dos recursos provenientes da superfície, como nos recursos tróficos e na umidade. São exemplos de alguns impactos: o desencadeamento de processos erosivos e movimentos de massa, modificação e remoção do solo, supressão, obstrução e degradação de cavidades naturais, alteração das feições geomorfológicas locais, poluição do ar, aumento de particulados em suspensão, desaparecimento de animais silvestres do local, desequilíbrio na cadeia trófica da região afetada, desmatamento, alteração na qualidade e no regime hidrológico, mudanças na dinâmica de movimentação das águas subterrâneas, assoreamento de cursos de água, inundações a jusante das instalações minerais, transposição de águas entre diferentes bacias, alteração do lençol freático (Machado & Ruchkys, 2015). Ainda, a Floresta Nacional dos Carajás recebe visitação frequente e uma das atrações são as cavernas ferríferas abertas ao público.

14. Ações de Conservação (Incluindo presença em Unidades de Conservação e na legislação nacional)

As três cavidades subterrâneas onde a espécie ocorre estão localizadas na Floresta Nacional dos Carajás, unidade de conservação federal gerida pelo ICMBio e classificada na categoria Uso Sustentável. Na área da Floresta estão localizadas minas de ferro, manganês e cobre da Vale. A legislação ambiental para as Florestas Nacionais prevê a livre continuidade da atividade de mineração (Decreto nº 1.298 de 1994, Brasil, 1994) e, entre outros objetivos, a “exploração sustentável dos recursos naturais”, como a extração

mineral dentro das unidades de conservação.

15. Pesquisa

Não há estudos científicos prévios sobre a espécie.

16. Referências Bibliográficas

Machado & Ruchkys (2015) A importância econômica do ferro. In: *Patrimônio espeleológico em rochas ferruginosas: propostas para sua conservação no quadrilátero ferrífero, Minas Gerais*. Sociedade Brasileira de Espeleologia, pp. 99 – 115.

Voigthänder, K. (2011) Chilopoda: Ecology. In: Minelli, A. (Ed.) *Treatise on Zoology – Anatomy, Taxonomy, Biology – The Myriapoda*. Brill, Leiden, p. 309–325.

AVALIAÇÃO

- Extinto (EX)
- Extinto na natureza (EW)
- Extinto no Brasil (RE)
- Criticamente Em Perigo (CR)
- Em Perigo (EN)
- Vulnerável (VU)
- Quase ameaçado (NT)
- Menos preocupante (LC)
- Dados Insuficientes (DD)
- Não Aplicável (NA)

JUSTIFICATIVA

Considerando a área de ocupação (12 km²) e a extensão de ocorrência (69km²) de *Hyphydrophilus* sp. nov. 2, a espécie pode ser classificada pelo menos na categoria Em Perigo (EN), segundo os critérios da IUCN.

Hyphydrophilus sp. nov. 2 está em processo de descrição (artigo científico submetido em maio/2020 para a revista *Zootaxa*) e a presente avaliação atende à todas as condições propostas no Roteiro Metodológico de Avaliação do ICMBio (2014) para a avaliação de espécies não descritas. Os espécimes analisados estão depositados no Instituto Butantan – IBSP, em São Paulo/SP (vouchers: IBSP 5549, IBSP 5529 e IBSP 5544) e no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, em São Paulo/SP (voucher: MZUSP 862).

Avaliação do Risco de Extinção de *Ribautia* sp. nov. 1 Fonseca *et al.*

1. O táxon é endêmico do Brasil?

(x) Sim () Não () Não se sabe

2. O táxon já foi avaliado anteriormente em nível nacional?

() Sim. Qual a categoria em que se encontra e quais os critérios utilizados?

(x) Não.

3. O táxon já foi avaliado anteriormente em nível global?

() Sim. Qual a categoria em que se encontra e quais os critérios utilizados?

(x) Não.

4. Sinonímia: Nenhuma.

5. Nomes Comuns: Lacraia, centopeia.

6a. Ordem: Geophilomorpha Pocock, 1895

6b. Família: Geophilidae Leach, 1815

7. Taxonomia

8. Distribuição

Ribautia sp. nov. 1 é conhecida apenas da localidade-tipo no município de Caetité/BA (Gruta PF-24 (14°19'46.1"S, 42°32'14.0"W)).

9. População

Desconhecida.

10. Estado populacional

() Aumentando () Diminuindo () Estável (x) Desconhecido

11. Habitat e Ecologia

A espécie ocupa ambientes cavernícolas e, assim como os demais geofilomorfos, é basicamente carnívora, mas pode ingerir vegetais (Voigthänder 2011).

12. História de Vida e Biologia

Ribautia sp. nov. 1 possui 65 pares de pernas locomotoras, aproximadamente 25 mm de comprimento de corpo e 0,58 mm de largura. Tem coloração branco amarelado (tronco), amarelo escuro alaranjado (placa cefálica) e castanho escuro (forcípula). Apresenta uma forcípula bem desenvolvida com um denticulo basal.

13. Ameaças

A caverna onde *Ribautia* sp. nov. 1 ocorre está em uma área de intensa exploração de ferro. Minas de urânio também são exploradas no município de Caetité, causando efeitos como a contaminação do solo e dos recursos hídricos da região. A mineração, especialmente de ferro, pode causar impactos indiretos e definitivos na integridade física das cavernas devido à supressão ou alteração dos recursos provenientes da superfície, como nos recursos tróficos e na umidade. São exemplos de alguns impactos: o

desencadeamento de processos erosivos e movimentos de massa, modificação e remoção do solo, supressão, obstrução e degradação de cavidades naturais, alteração das feições geomorfológicas locais, poluição do ar, aumento de particulados em suspensão, desaparecimento de animais silvestres do local, desequilíbrio na cadeia trófica da região afetada, desmatamento, alteração na qualidade e no regime hidrológico, mudanças na dinâmica de movimentação das águas subterrâneas, assoreamento de cursos de água, inundações a jusante das instalações minerais, transposição de águas entre diferentes bacias, alteração do lençol freático (Machado & Ruchkys, 2015).

14. Ações de Conservação (Incluindo presença em Unidades de Conservação e na legislação nacional)

Não há.

15. Pesquisa

Não há estudos científicos prévios sobre a espécie.

16. Referências Bibliográficas

Machado & Ruchkys (2015) A importância econômica do ferro. In: *Patrimônio espeleológico em rochas ferruginosas: propostas para sua conservação no quadrilátero ferrífero, Minas Gerais*. Sociedade Brasileira de Espeleologia, pp. 99–115.

Voigthänder, K. (2011) Chilopoda: Ecology. In: Minelli, A. (Ed.) *Treatise on Zoology – Anatomy, Taxonomy, Biology – The Myriapoda*. Brill, Leiden, p. 309–325.

AVALIAÇÃO

- () Extinto (EX)
- () Extinto na natureza (EW)
- () Extinto no Brasil (RE)
- (x) Criticamente Em Perigo (CR)
- () Em Perigo (EN)
- () Vulnerável (VU)
- () Quase ameaçado (NT)
- () Menos preocupante (LC)
- () Dados Insuficientes (DD)
- () Não Aplicável (NA)

JUSTIFICATIVA

Considerando a área de ocupação (4km²) e a extensão de ocorrência (0km²) de *Ribautia* sp. nov. 1 a espécie pode ser classificada na categoria Criticamente Em Perigo (CR), segundo os critérios da IUCN.

Ribautia sp. nov. 1 está em processo de descrição (artigo científico submetido em maio/2020 para a revista Zootaxa) e a presente avaliação atende à todas as condições propostas no Roteiro Metodológico de Avaliação do ICMBio (2014) para a avaliação de espécies não descritas. O espécime analisado está depositado no Instituto Butantan – IBSP, em São Paulo/SP (voucher IBSP 6097).

Avaliação do Risco de Extinção de *Ribautia* sp. nov. 2 Fonseca *et al.*

1. O táxon é endêmico do Brasil?

Sim Não Não se sabe

2. O táxon já foi avaliado anteriormente em nível nacional?

Sim. Qual a categoria em que se encontra e quais os critérios utilizados?
 Não.

3. O táxon já foi avaliado anteriormente em nível global?

Sim. Qual a categoria em que se encontra e quais os critérios utilizados?
 Não.

4. **Sinonímia:** Nenhuma.

5. **Nomes Comuns:** Lacaia, centopeia.

6a. **Ordem:** Geophilomorpha Pocock, 1895

6b. **Família:** Geophilidae Leach, 1815

7. Taxonomia

8. Distribuição

Ribautia sp. nov. 2 é conhecida apenas da localidade-tipo no município de Santa Maria de Itabira/MG (caverna MOES18 (19°23'26"S 43°08'05"W)).

9. População

Desconhecida.

10. Estado populacional

Aumentando Diminuindo Estável Desconhecido

11. Habitat e Ecologia

A espécie ocupa ambientes cavernícolas e, assim como os demais geofilomorfos, é basicamente carnívora, mas pode ingerir vegetais (Voigthänder 2011).

12. História de Vida e Biologia

Ribautia sp. nov. 2 possui 35 pares de pernas locomotoras, aproximadamente 10,2 mm de comprimento de corpo e 0,93 mm de largura. Tem coloração amarelo claro (tronco),

amarelo alaranjado (placa cefálica) e castanho amarelado (forcípula). Apresenta uma forcípula bem desenvolvida, garra fortemente curvada com um denticulo basal.

13. Ameaças

Caverna ocorre em área de intensa mineração de ferro. A mineração, especialmente de ferro, pode causar impactos indiretos e definitivos na integridade física das cavernas devido à supressão ou alteração dos recursos provenientes da superfície, como nos recursos tróficos e na umidade. São exemplos de alguns impactos: o desencadeamento de processos erosivos e movimentos de massa, modificação e remoção do solo, supressão, obstrução e degradação de cavidades naturais, alteração das feições geomorfológicas locais, poluição do ar, aumento de particulados em suspensão, desaparecimento de animais silvestres do local, desequilíbrio na cadeia trófica da região afetada, desmatamento, alteração na qualidade e no regime hidrológico, mudanças na dinâmica de movimentação das águas subterrâneas, assoreamento de cursos de água, inundações a jusante das instalações minerais, transposição de águas entre diferentes bacias, alteração do lençol freático (Machado & Ruchkys, 2015).

14. Ações de Conservação (Incluindo presença em Unidades de Conservação e na legislação nacional)

Não há.

15. Pesquisa

Não há estudos científicos prévios sobre a espécie.

16. Referências Bibliográficas

Machado & Ruchkys (2015) A importância econômica do ferro. In: *Patrimônio espeleológico em rochas ferruginosas: propostas para sua conservação no quadrilátero ferrífero, Minas Gerais*. Sociedade Brasileira de Espeleologia, pp. 99 – 115.

Voigthänder, K. (2011) Chilopoda: Ecology. In: Minelli, A. (Ed.) *Treatise on Zoology – Anatomy, Taxonomy, Biology – The Myriapoda*. Brill, Leiden, p. 309–325.

AVALIAÇÃO

- () Extinto (EX)
- () Extinto na natureza (EW)
- () Extinto no Brasil (RE)
- (x) Criticamente Em Perigo (CR)
- () Em Perigo (EN)
- () Vulnerável (VU)
- () Quase ameaçado (NT)

- () Menos preocupante (LC)
 () Dados Insuficientes (DD)
 () Não Aplicável (NA)

JUSTIFICATIVA

Considerando a área de ocupação (4km²) e a extensão de ocorrência (0km²) de *Ribautia* sp. nov. 2 a espécie pode ser classificada na categoria Criticamente Em Perigo (CR), segundo os critérios da IUCN.

Ribautia sp. nov. 2 está em processo de descrição (artigo científico submetido em maio/2020 para a revista Zootaxa) e a presente avaliação atende à todas as condições propostas no Roteiro Metodológico de Avaliação do ICMBio (2014) para a avaliação de espécies não descritas. O espécime analisado está depositado no Instituto Butantan – IBSP, em São Paulo/SP (voucher IBSP 5266).

Avaliação do Risco de Extinção de *Schizonampa* sp. nov. 1 Fonseca *et al.*

1. O táxon é endêmico do Brasil?

- (x) Sim () Não () Não se sabe

2. O táxon já foi avaliado anteriormente em nível nacional?

- () Sim. Qual a categoria em que se encontra e quais os critérios utilizados?
 (x) Não.

3. O táxon já foi avaliado anteriormente em nível global?

- () Sim. Qual a categoria em que se encontra e quais os critérios utilizados?
 (x) Não.

4. **Sinonímia:** Nenhuma.

5. **Nomes Comuns:** Lacaia, centopeia.

6a. **Ordem:** Geophilomorpha Pocock, 1895

6b. **Família:** Geophilidae Leach, 1815

7. Taxonomia

8. Distribuição

Schizonampa sp. nov. 1 tem registros nos municípios de Parauapebas/PA (Gruta S11D-6 (6°24'07"S, 50°21'05"W) e Canaã dos Carajás/PA (GEM 1427 (6°18'43"S, 49°59'58"W)).

9. População

Desconhecida.

10. Estado populacional

() Aumentando () Diminuindo () Estável (x) Desconhecido

11. Habitat e Ecologia

A espécie ocupa ambientes cavernícolas e, assim como os demais geofilomorfos, é basicamente carnívora, mas pode ingerir vegetais (Voigthänder 2011).

12. História de Vida e Biologia

Schizonampa sp. nov. 1 possui 37 pares de pernas locomotoras, aproximadamente 11,7 mm de comprimento de corpo e 0,33 mm de largura. Tem coloração branco amarelado (tronco), amarelo alaranjado moderado (placa cefálica) e castanho escuro (forcípula). Apresenta uma forcípula bem desenvolvida, projetando-se além da margem anterior da placa cefálica, garra curvada e pigmentada.

13. Ameaças

A mineração, especialmente de ferro, pode causar impactos indiretos e definitivos, na integridade física das cavernas devido à supressão ou alteração dos recursos provenientes da superfície, como nos recursos tróficos e na umidade. São exemplos de alguns impactos: o desencadeamento de processos erosivos e movimentos de massa, modificação e remoção do solo, supressão, obstrução e degradação de cavidades naturais, alteração das feições geomorfológicas locais, poluição do ar, aumento de particulados em suspensão, desaparecimento de animais silvestres do local, desequilíbrio na cadeia trófica da região afetada, desmatamento, alteração na qualidade e no regime hidrológico, mudanças na dinâmica de movimentação das águas subterrâneas, assoreamento de cursos de água, inundações a jusante das instalações minerais, transposição de águas entre diferentes bacias, alteração do lençol freático, aumento da população local em curto espaço de tempo (Machado & Ruchkys, 2015). Ainda, a Floresta Nacional dos Carajás recebe visitação frequente e uma das atrações são as cavernas ferríferas abertas ao público.

14. Ações de Conservação (Incluindo presença em Unidades de Conservação e na legislação nacional)

As cavidades subterrâneas onde a espécie ocorre estão localizadas na Floresta Nacional dos Carajás, unidade de conserva o federal gerida pelo ICMBio e classificada na categoria Uso Sustentável. Na  rea da Floresta estão localizadas minas de ferro, manganês e cobre da Vale. A legisla o ambiental para as Florestas Nacionais prevê a livre continuidade da atividade de minera o (Decreto n  1.298 de 1994, Brasil, 1994) e, entre outros objetivos, a “explora o sustentável dos recursos naturais”, como a extra o mineral dentro das unidades de conserva o.

15. Pesquisa

Não há estudos científicos prévios sobre a espécie.

16. Referências Bibliográficas

ICMBio (2017) Plano de pesquisa geossistemas ferruginosos da Floresta Nacional de Carajás: temas prioritários para pesquisa e diretrizes para ampliação do conhecimento sobre os geossistemas ferruginosos da Floresta Nacional de Carajás e seu entorno. Brasília. 83 p. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/plano_de_pesquisa_flona_carajas_-_06-09-2017_-_final_2.pdf. (22 out. 2019).

Machado & Ruchkys (2015) A importância econômica do ferro. In: *Patrimônio espeleológico em rochas ferruginosas: propostas para sua conservação no quadrilátero ferrífero, Minas Gerais*. Sociedade Brasileira de Espeleologia, pp. 99 – 115.

Voigthänder, K. (2011) Chilopoda: Ecology. In: Minelli, A. (Ed.) *Treatise on Zoology – Anatomy, Taxonomy, Biology – The Myriapoda*. Brill, Leiden, p. 309–325.

AVALIAÇÃO

- Extinto (EX)
- Extinto na natureza (EW)
- Extinto no Brasil (RE)
- Criticamente Em Perigo (CR)
- Em Perigo (EN)
- Vulnerável (VU)
- Quase ameaçado (NT)
- Menos preocupante (LC)
- Dados Insuficientes (DD)
- Não Aplicável (NA)

JUSTIFICATIVA

Considerando a área de ocupação (8km²) e a extensão de ocorrência (0km²) de *Schizonampa* sp. nov. 1 a espécie pode ser classificada na categoria Criticamente Em Perigo (CR), segundo os critérios da IUCN.

Schizonampa sp. nov. 1 está em processo de descrição (artigo científico submetido em maio/2020 para a revista *Zootaxa*) e a presente avaliação atende à todas as condições propostas no Roteiro Metodológico de Avaliação do ICMBio (2014) para a avaliação de espécies não descritas. O espécime analisado está depositado no Instituto Butantan – IBSP, em São Paulo/SP (vouchers: IBSP 5533, IBSP 5447, IBSP 5450, IBSP 5531).

On the identity of the centipede *Sogona cyclareata* Attems, 1947 (Geophilomorpha: Geophilidae)

RÉGIA MAYANE PACHECO FONSECA^{1,2,4}, NESRINE AKKARI³ & AMAZONAS CHAGAS-JR¹

¹Laboratório de Sistemática e Taxonomia de Artrópodes Terrestres, Departamento de Biologia e Zoologia, Instituto de Biociências, Universidade Federal de Mato Grosso, Avenida Fernando Correa da Costa, 2367, Boa Esperança, 78060–900, Cuiabá, MT, Brasil

²Programa de Pós-Graduação em Zoologia da Universidade Federal de Mato Grosso, Avenida Fernando Correa da Costa, 2367, Boa Esperança, 78060–900, Cuiabá, MT, Brasil

³3rd Zoological Department, Natural History Museum Vienna, Vienna, Austria

⁴Corresponding author: E-mail: mayane.bio21@gmail.com

Abstract

A type material of *Sogona cyclareata* Attems, 1947 is revised. The syntype shares characters with representatives of the family Schendylidae and not Geophilidae to which it is currently assigned. The species has the claw of the second maxillae pectinate, and the labrum not divided into median and lateral portions. *Sogona cyclareata* presents also characters of genus *Schendylops* Cook, 1899 such as the presence of two pores in each coxopleuron, ultimate legs without claws, and the arrangement of the sternal pores-fields. No *Schendylops* species known to date has the characters of *S. cyclareata*, so we propose the new combination *Schendylops cyclareatus*.

Key words: Brazil, Chilopoda, geophilomorph, Schendylidae, taxonomy.

Introduction

The geophilomorph genus *Sogona* Chamberlin, 1912 was proposed for the species *Sogona minima* Chamberlin, 1912 found in Taylors, South Caroline and in Johnson City, Tennessee, USA (Chamberlin 1912a). The genus was previously placed in the family Sogonidae (Chamberlin 1912a, b, 1915, Attems 1929, 1947), but currently is assigned in Geophilidae Leach, 1815. Five species are known for the genus *Sogona* in taxonomic database “Chilobase”, namely: *S. minima*, *Sogona anahua* Chamberlin, 1943, *Sogona cyclareata* Attems, 1947, *Sogona kerrana* Chamberlin, 1940, and *Sogona paucipes* Chamberlin, 1943 (Bonato *et al.* 2016).

Almost all *Sogona* species are distributed in North America (USA and Mexico) except for *S. cyclareata* occurring Santa Cruz, Rio Grande do Sul state, in southern South America (Brazil). The species *Sogona cyclareata* was described from a single specimen

and its relationship with the other *Sogona* species were not discussed (Attems, 1947). Ilie *et al.* (2009) mentioned that *S. cyclareata* was obviously a valid species, but its status has never been revised since it was described. Crabill examined the syntype in 1962 and labelled it: *sic* “specimen is a *Schendylurus* close or synonym of *verhoeffi*”. The taxonomic status of the species was, however, never formally revised and its nomenclature never updated.

Here, we present for the first time a redescription and documentation of the species based on the type material housed in the Naturhistorisches Museum Wien (NHMW) and comment on its taxonomic status.

Material and Methods

Type material: Syntype female in 3 pieces (forcipular coxosternite and first segments; mid-body section, posterior segments and ultimate legs), head dissected and mounted in a micro-preparation (cephalic plate and first antennomeres, maxillae 1 and 2, labrum), Province Rio Grande do Sul, Santa Cruz, Brazil, 1894, Stiegelmaier F. leg. (NHMW 436).

Label comment: “Specimen is a *Schendylurus*, close to *Verhoeffi*” (Crabill 1962); Ilie *et al.* (2009): female dissected, head, maxillae, mandibles missing, forcipules and posterior body present; seen by Chagas A. 28.7.-1.8.2014.

The type material was photographed by N. A. using a Nikon DS-Ri2 camera mounted on a Nikon SMZ25 stereomicroscope or Nikon Eclipse Ni compound microscope, using NIS-Elements Microscope Imaging Software with an Extended Depth of Focus (EDF). Terminology following Attems (1947) (original description) and Bonato *et al.* (2010).

Results

Taxonomy

Family Schendylidae Cook, 1896

Genus *Schendylops* Cook, 1899

***Schendylops cyclareatus* (Attems, 1947) comb. nov.**

Figuras 1-3

Sogona cyclareata Attems, 1947 (53, Pl. 3, figs. 14-16).

Redescription

Type material examined. *Sogona cyclareata*: NHMW 436 as described above.

Color: (fixed material), vivid yellow body, dark brown forcipular claw.

Cephalic plate (Fig. 1A): longer than wide (1.1 mm long). Cephalic plate with convex margins, anterior margin rounded, posterior border straight. Cephalic plate with few bristles.

Antennae (Fig. 1A): 2.4 longer than the cephalic plate; length, width ratio of the first, second and third a.a., respectively: 0.20 mm x 0.30 mm; 0.28 mm x 0.26 mm; 0.29 mm x 0.22 mm. Length to width ratio of the ultimate a.a.: 0.23 mm x 0.13 mm.

Labrum (Figs. C-D): not divided into median and lateral portions, continuous with the clypeus, with 15 short and triangular median denticles, and 5+5 pointed triangular lateral teeth.

Mandible (Fig. 1D): with pectinate lamella.

Maxilla I (Fig. 1B): with coxosternite not covered by the second maxilla, with several short bristles; coxal projections with subtriangular shape, and with arranged bristles. Distal article of the first maxilla with rounded tip and long bristles.

Maxilla II (Fig. 1B): with well-developed coxosternite, bristles arranged mainly in the median region. Bristles present in the articles I, II and III; pre-tarsus of the second maxilla well developed, with filaments, and slightly curved.

Forcipular segment (Fig. 2A): coxosternum with 1.30 mm maximum width, and with anterior margin of concave surface, without denticles.

Forcipules (Fig. 2A): telopodite: trochanter of the pre-femur with smooth edges without teeth. Tibia and femur without denticles. Forcipular claw without basal denticle, smooth and strongly curved. Ultimate legs long and thin, with several bristles, but without a claw; length with 1.9 mm.

Sternites (Figs. 2B-C): Sternite 2 to penultimate with pores, on segments 2-18 round to oval, then it divides into 2 round pore fields, which gradually become smaller and again merge into a round field on the last 6 segments. Sternite sparsely setose. Sternite of ultimate leg bearing segment wide, trapezoidal with straight posterior.

Tergites (Fig. 2D): with two and pre-tergites with one row of very small bristles, terga with two furrows, preterga not grooved, both smooth. Tergite of the last bearing segment broad, with rounded posterior margin.

Ultimate legs (Figs. 3A-B): Coxal pores open in two pits, tarsi very long and thin, claws absent.

Discussion

After reviewing the original description and illustrations, as well as examining of *S. cyclareata* syntype, some characters such as the claws of the second maxillae and the labrum attracted attention. Attems (1947) described the claws of the second maxillae as "combed" (pectinate), and in his illustration also shows that the claw is slightly curved distally and with spines or a row of filaments. He also mentioned that the labrum of *S. cyclareata* is uniform forming a "not deep arch, with numerous short blunt teeth in the middle and pointed shark-teeth in the sides". The labrum is clearly not divided into median and lateral portions. Instead, it is uniform with a concave median margin presenting numerous (15) teeth, and 5+5 teeth on the sides. Both characters are typical of Schendylidae and not Geophilidae. In addition, Crabill in 1962 reviewed the syntype specimen (unpublished) and labeled it as "specimen is a *Schendylurus*" close or synonym of *verhoeffi*" (see also Ilie *et al.* 2009). Currently *Schendylurus* Silvestri, 1907 is regarded as synonym of *Schendylops*, a genus widely distributed in South America, also present in Africa and Madagascar (Bonato 2011). Besides, the distribution of *Sogona* species is in southern of USA and in México, North America, except *S. cyclareata* that occurs in southern South America, in southern Brazil. All this strong evidence shows that *S. cyclareata* is not a Geophilidae, but a representative of the Schendylidae family.

Sogona cyclareata shares with *Schendylops* the presence of two pores in each coxopleuron, the ultimate legs without claws, and the arrangement of the sternal pore-fields, in addition to the Schendylidae characters mentioned above. Crabill pointed out that *S. cyclareata* was close or a synonym of *Schendylops verhoeffi* (Brölemann & Ribaut, 1911), however, the two species differ in the number of leg-bearing segments, in the pieces of the labrum, and in the distribution of the pore fields in the sternites. *Sogona cyclareata* has 47 legs in the only female we know of the species, 15 teeth on labrum and pore fields divided from sternite 19 to 41, whereas *S. verhoeffi* has 51 leg-bearing segments in females, 12 teeth in labrum and pore fields divided from sternite 2 to 49. The two species also occur in extreme points of Brazil, *S. cyclareata* was registered to the south, in the Rio Grande do Sul state, and *S. verhoeffi* to the north, in Amapá state.

Comparing the characters of *S. cyclareata* with the character table of the 23 *Schendylops* species presented in Nunes *et al.* (2019), we note that *S. cyclareata* is close to *Schendylops iguapensis* (Verhoeff, 1938) and to *Schendylops olivaceus* (Crabill, 1972). The sternal pores field is divided from sternites 19 to 41 in *S. cyclareata*, 20 to 42 in *S. iguapensis*, and 15 to 46 in *S. olivaceus*. The number of setae on anterior half of clypeus

is 1+1 in *S. cyclareata* and *S. iguapensis*, but 19+19 in *S. olivaceus*. The body length is 36 mm and 35 mm respectively in *S. cyclareata* and *S. iguapensis*, but 27 mm in *S. olivaceus*. The pieces of labrum are 15 and 17 teeth respectively in *S. cyclareata* and *S. olivaceus*, but 33 teeth in *S. iguapensis*.

As some characters sometimes suggest a similarity of *S. cyclareata* with *S. iguapensis* and sometimes with *S. olivaceus*, but also differs between the three species, we chose to keep *S. cyclareata* as a valid species. However, *S. cyclareata* must be transferred to the genus *Schendylops* of the family Schendylidae as *Schendylops cyclareatus* (Attems, 1947).

Acknowledgements

This work was carried out with the support of the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Financing Code 001. To CAPES/CNPQ for financial support to MEB (Project PROTAX II, process 440646/2015-4). To Maria Elina Bichuette, Project PROTAX coordinator for supporting this study.

References

- Attems, C. (1929) *Myriapoda 1. Geophilomorpha*. Das Tierreich, 52. Lieferung. Walter de Gruyter Co., Berlin & Leipzig, 388 pp.
- Attems, C. (1947) Neue Geophilomorpha des Wiener Museums. *Annalen des Naturhistorischen Museums*, Wien, 55, 50–149.
- Bonato, L. (2011) Chilopoda. Taxonomy Overview. Geophilomorpha. In: Minelli, A. (Ed.) *Treatise on Zoology – Anatomy, Taxonomy, Biology – The Myriapoda*. Brill, Leiden, p. 407–443.
- Bonato, L., Chagas-Jr, A., Edgecombe, G. D., Lewis, J. G. E., Minelli, A., Pereira, L. A., Shelley, R. M., Stoev, P. & Zapparoli, M. (2016) *ChiloBase 2.0 – A world catalogue of centipedes (Chilopoda)*. <http://chilobase.biologia.unipd.it>
- Chamberlin, R. V. (1912a). The Geophiloidea of the Southeastern States. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, Harvard College, 54, 405–436.
- Chamberlin, R. V. (1912b) Notes on Geophiloidea from Iowa and some neighbouring states. *The Canadian Entomologist*, 44(3): 65–71.
- Chamberlin, R. V. (1915) New chilopods from Mexico and the West Indies. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 59 (8): 495–541.
- Ilie, V., Schiller, E. & Stagl, V. (2009) Type specimens of the Geophilomorpha (Chilopoda) in the Natural History Museum in Vienna. *Kataloge der*

wissenschaftlichen Sammlungen des Naturhistorischen Museums in Wien, Band 22: Myriapoda, Heft 4. Wien: Verlag NHMW Janner 75 p.

Nunes, G. A., Chagas-Jr, A. & Bichuette, M. E. (2019) A new centipede *Schendylops* Cook from eastern Brazil: the first troglobitic geophilomorph for South America (Geophilomorpha, Schendylidae). *Zootaxa*, 4691 (4): 386–400.

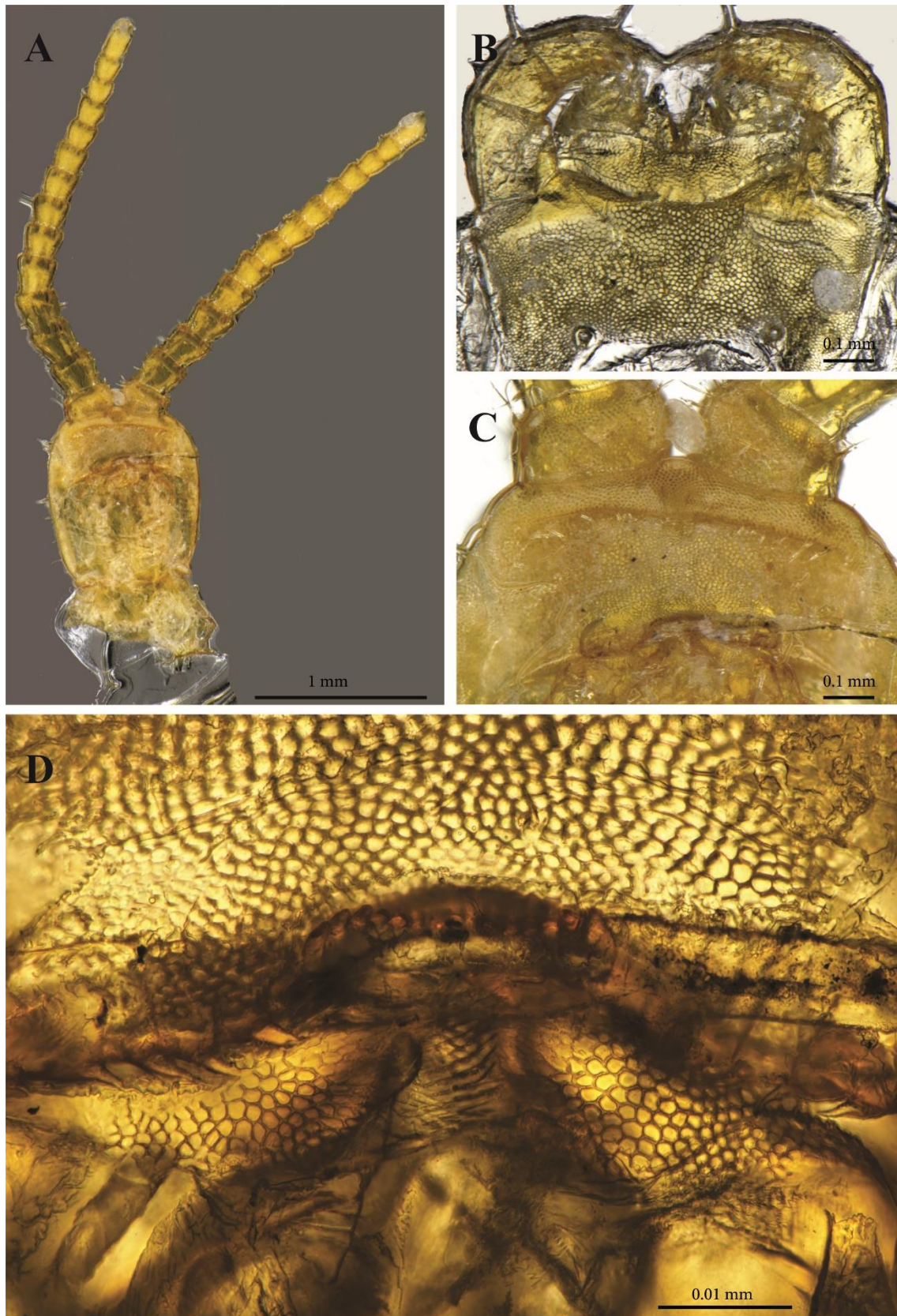


Figure 1. *Sogona cyclareata* NHMW436, syntype. A. Cephalic plate and antennae (Scale bar 1.0 mm). B. Maxillae I and II (Scale bar 0.1 mm). C. Region clypeal (Scale bar 0.1 mm). D. Labrum and mandibles (Scale bar 0.01 mm).

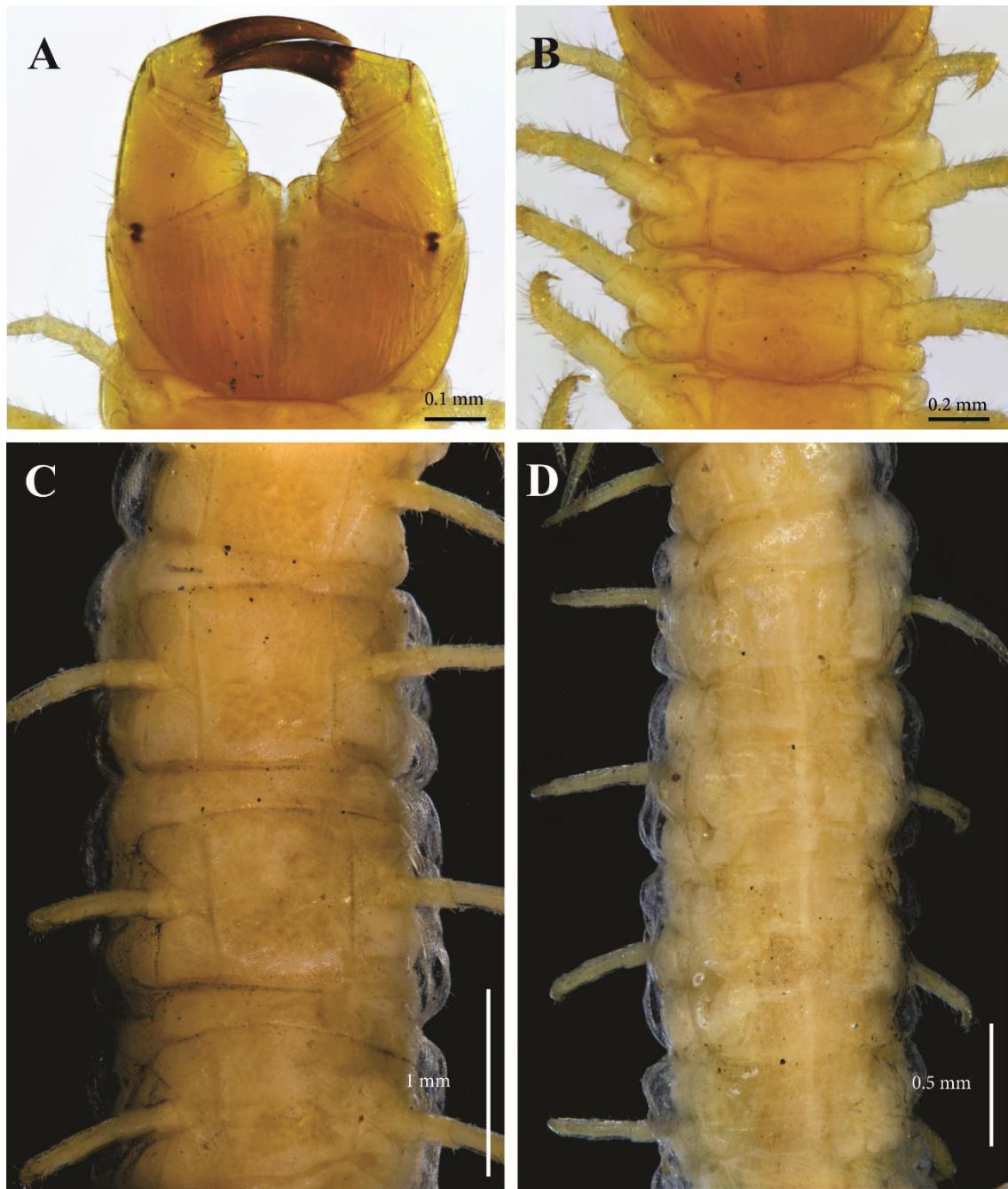


Figure 2. *Sogona cyclareata* NHMW436, syntype. A. Forcipular segment, ventral view. (Scale bar 0.1 mm). B. Sternite 1 to 3 (Scale bar 0.1 mm). C. Sternites with pore fields (Scale bar 1.0 mm). D. Tergites (Scale bar 0.5 mm).



Figure 3. *Sogona cyclareata* NHMW436, syntype. A. Penultimate and ultimate leg-bearing-segments, dorsal view (Scale bar 0.2 mm). B. Penultimate and ultimate leg-bearing-segments, ventral view (Scale bar 0.1 mm).

First record of *Amphoromorpha/Basidiobolus* fungus on centipedes (Geophilomorpha, Geophilidae) from Brazilian caves

Link: <https://subtbiol.pensoft.net/article/38310/>