



**UFRGS**  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL



**PPGBAN**  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

**INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL**

**PATRÍCIA ELESBÃO DA SILVA RODRIGUES**

**ANÁLISE FILOGENÉTICA DE TRÊS GRUPOS DE ESPÉCIES DE  
*RHINOCRICUS* KARSCH, 1881 (DIPLOPODA, SPIROBOLIDA,  
RHINOCRICIDAE) *SENSU* SCHUBART, 1951**

**PORTO ALEGRE**

**2017**

**PATRÍCIA ELESBÃO DA SILVA RODRIGUES**

**ANÁLISE FILOGENÉTICA DE TRÊS GRUPOS DE ESPÉCIES DE  
*RHINOCRICUS* KARSCH, 1881 (DIPLOPODA, SPIROBOLIDA,  
RHINOCRICIDAE) *SENSU* SCHUBART, 1951**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em  
Biologia Animal, Instituto de Biociências da Universidade  
Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial  
à obtenção do título de Mestre em Biologia Animal.

Área de Concentração: Biologia Comparada

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Ott

Co-orientador: Prof. Dr. Luiz Alexandre Campos

PORTO ALEGRE

2017

PATRÍCIA ELESBÃO DA SILVA RODRIGUES

**ANÁLISE FILOGENÉTICA DE TRÊS GRUPOS DE ESPÉCIES DE  
*RHINOCRICUS* KARSCH, 1881 (DIPLOPODA, SPIROBOLIDA,  
RHINOCRICIDAE) *SENSU* SCHUBART, 1951**

Aprovada em 31 de julho de 2017.

BANCA EXAMINADORA

---

Dra. Carmem Silvia Fontanetti Christofolletti (UNESP/Rio Claro)

---

Dr. Amazonas Chagas Júnior (UFMT)

---

Dra. Aline Barcellos Prates dos Santos (MCN-FZB-RS)

## **Agradecimentos**

Ao meu marido Everton pelo apoio em todos os momentos da minha vida, por ser minha inspiração de todos os dias e meu melhor amigo. Também pelo incentivo e orientação durante a realização deste estudo. Aos meus sinceros amiguinhos de quatro patas, Nemo, Bobby e Sophia que me dedicam amor e carinho, e que sempre estão ao meu lado para me dar uma “lambida” cheia de amor.

Aos meus familiares que me apoiaram mesmo de longe, durante a realização deste trabalho.

Ao meu orientador Dr. Ricardo Ott, pesquisador do Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do RS, pelo apoio e incentivo no estudo com os diplópodes.

Ao meu co-orientador Luiz Alexandre Campos por ter aceitado me auxiliar na realização deste projeto.

Ao Dr. Antonio Domingos Brescovit do Instituto Butantan pela troca de ideias durante o processo de escolha do projeto de Mestrado.

À Dra. Aline Barcellos e Dra. Paula Araújo por terem me auxiliado na leitura e sugestões no projeto de mestrado durante a banca de acompanhamento.

À Wanessa da Silva e Guilherme Oyarzabal pelas conversas e discussões, na hora do almoço, e na volta pra casa. Aos demais colegas da Fundação Zoobotânica pelas risadas e discussões.

À Tatiana Petersen Ruschel por ter me auxiliado na solução das frequentes dúvidas, e no auxílio com os programas, sempre se mostrando disponível e amiga. Aos demais colegas do Laboratório de Entomologia e Sistemática pelo carinho.

À capes pela concessão da bolsa na qual possibilitou a execução deste estudo.

E por fim gostaria de agradecer a todas as pessoas que participaram e que de alguma forma tornaram a realização deste trabalho possível.

## Sumário

<b>Agradecimentos.....</b>	<b>i</b>
<b>Sumário.....</b>	<b>ii</b>
<b>Resumo.....</b>	<b>v</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>vi</b>
<b>Advertência.....</b>	<b>vii</b>
<b>Introdução Geral.....</b>	<b>1</b>
A classe Diplopoda.....	1
Histórico taxonômico de <i>Rhinocricus</i> .....	2
Relações Filogenéticas.....	4
<b>Objetivos.....</b>	<b>6</b>
<b>Material e Métodos.....</b>	<b>7</b>
Organização da dissertação.....	7
Desenvolvimento do trabalho.....	7
<b>Síntese dos Resultados.....</b>	<b>10</b>
<b>Referências.....</b>	<b>11</b>
<b>Capítulo 1. Filogenia de três grupos de espécies de <i>Rhinocricus</i> Karsh, 1881 (Spirobolida: Rhinocricidae) baseado em caracteres morfológicos</b>	
Abstract.....	15
Introdução.....	16
Material e Métodos.....	17

Táxons amostrados.....	17
Seleção de caracteres.....	18
Análise de parcimônia.....	18
Resultados.....	19
Discussão.....	20
Referências.....	22
Tabela 1.....	25
Tabela 2.....	26
Figura 1.....	27
Figuras 2-5.....	28
Figuras 6-10.....	29
Figuras 11-14.....	30
Figuras 15-19.....	31
Figuras 20-22.....	32
Figuras 23-26.....	33
Figuras 27-31.....	34
Figuras 32-35.....	35
Figuras 36-39.....	36
Figuras 40-43.....	37
Figuras 44-46.....	38
Figuras 47-50.....	39
Figuras 51-54.....	40
Figuras 55-57.....	41

Apêndice 1.....	42
Lista de caracteres.....	42
<b>Capítulo 2. Quatro novas espécies de diplópodes do gênero <i>Rhinocricus</i> Karsch, 1881</b> (Spirobolida:Rhinocricidae)	
Abstract.....	45
Introdução.....	45
Material e Métodos.....	46
Resultados.....	47
<i>Rhinocricus sooretama</i> sp. nov.....	47
<i>Rhinocricus bifurcatus</i> sp. nov.....	48
<i>Rhinocricus montenegrenses</i> sp. nov.....	49
<i>Rhinocricus fortaleza</i> sp. nov.....	50
Referências.....	51
Figuras 1-5.....	53
Figuras 6-10.....	54
Figuras 11-14.....	55
Figuras 15-20.....	56
<b>Considerações Finais.....</b>	<b>57</b>

## Resumo

*Rhinocricus* Karsch, 1881 possui atualmente 207 espécies descritas e distribuídas principalmente pelo continente americano, das quais 65 são descritas para o Brasil. A descrição do gênero foi baseada na presença de escobinas (depressões na porção distal dos prozonitos). O presente estudo avaliou a monofilia de três grupos de espécies previamente propostos em *Rhinocricus*. A matriz de dados foi composta por 39 caracteres morfológicos e 30 espécies terminais, sendo 21 como grupo interno e nove do grupo externo. Nós realizamos uma análise de parcimônia com pesos implícitos usando o software TNT e obtivemos a melhor árvore com a mesma topologia para três melhores valores de K (5.992, 7.309, 9.105). Nenhum dos três grupos de espécies de *Rhinocricus* foi recuperado monofilético. *Rhinocricus* (*Erythocricus*) *sanguineostriatus* foi recuperado irmão de todas as outras espécies, e *Argentocricus* Verhoeff, 1941 resultou parafilético. Os caracteres diagnósticos tradicionalmente utilizados para separar grupos de espécies, subgênero e gênero não foram recuperados como sinapomorfias. Ainda durante o exame do material quatro novas espécies de *Rhinocricus* foram descobertas e são aqui descritas. Futuras investigações incluindo amostras mais amplas de espécies são necessárias, para estabelecer hipóteses de relacionamento robustas entre *R.* (*Erythocricus*), *Argentocricus*, e o restante das espécies de *Rhinocricus*, deste modo identificando grupos monofiléticos no gênero e suas sinapomorfias.

**Palavras-chave:** Diplópodes, Myriapoda, Filogenia, Taxonomia



## Abstract

*Rhinocricus* Karsch, 1881 currently has 207 species described and distributed mainly by the American continent, of which 65 are described for Brazil. The genus was based on the presence of scobinae (depressions in distal portion of prozonit). The present study evaluated the monophyly of three groups of species previously proposed in *Rhinocricus*. The data matrix was composed for 39 morphological characters and 30 species as terminal taxa, being 21 the ingroup, and nine the outgroup. We performed a parsimony analysis with implied weights using TNT software, obtaining the same best topology with three optimal K-values (5.992, 7.309, 9.105). None of the three previously proposed species groups of *Rhinocricus* was recovered monophyletic. *Rhinocricus* (*Erythocricus*) was recovered sister to all other species, and *Argentocricus* Verhoeff, 1941 resulted paraphyletic. The diagnostic characters traditionally used to separate species groups, subgenera, and genera were not recovered as synapomorphies. Still during the examination of the material four new species of *Rhinocricus* were discovered and here described. Further investigation including a broader species sample is needed attempting to establish robust relationship hypotheses between *R. (Erythocricus)*, *Argentocricus*, and the remainder species of *Rhinocricus*, thus identifying the monophyletic groups in the genus and their synapomorphies.

**Keywords:** Millipedes, Myriapoda, Phylogeny, taxonomy

## **Advertência**

Esta dissertação não constitui uma publicação nos termos do capítulo 3 do Código Internacional de Nomenclatura Zoológica. Portanto, os novos nomes propostos aqui não tem validade para fins de nomenclatura.

## Introdução Geral

### A classe Diplopoda

Os representantes da classe Diplopoda são também conhecidos como milípedes devido ao grande número de pernas que possuem. Piolho-de-cobra, gongolo ou embua são os nomes popularmente conhecidos em diferentes localidades do Brasil. Os diplópodes formam um componente importante da fauna de solo e serapilheira, mas podem também ser encontrados na copa de florestas, em bromélias e outras epífitas (Bueno-Villegas et al. 2004; Golovatch & Kime, 2009). Algumas espécies também são encontradas habitando cavernas e outros ambientes subterrâneos (Fontanetti, 1996; Jean-Francois, 2015). Eles possuem comportamento alimentar diversificado, porém a grande maioria é detritívora. São caracterizados por possuírem corpo alongado e dois pares de pernas na maior parte dos segmentos, com exceção dos cinco primeiros que possuem nenhum ou apenas um par de pernas.

A classe Diplopoda possui até o momento mais de 12.000 espécies descritas e distribuídas em 16 ordens. São encontrados em todos os continentes, com exceção da Antártica (Golovatch & Kime 2009; Enghoff, 2015). No Brasil, a ordem Spirobolida Bollman, 1893 está bem representada em número de espécies, possuindo aproximadamente 1000 espécies distribuídas entre os continentes, com exceção da Antártica e Europa (Pitz & Sierwald, 2010). São animais com o corpo cilíndrico e comprimento variando na grande maioria entre 40 e 80 mm, porém são conhecidos indivíduos menores, com aproximadamente 18 mm de comprimento e maiores, com 250 mm (Enghoff et al 2015). A ordem possui 11 famílias, sendo Rhinocricidae Brölemann, 1913 a mais diversa (Pitz & Sierwald, 2010). No Brasil, a grande maioria das espécies de diplópodes conhecidas pertence à família Rhinocricidae, a qual possui atualmente mais de 530 espécies descritas, distribuídas entre 27 gêneros válidos (Marek et al. 2003; Pitz & Sierwald, 2010). Os machos desta família possuem o órgão sexual localizado no sétimo segmento corporal formado pelos pares de pernas 8 e 9 modificadas, retraídas em uma bolsa no interior do corpo, chamadas de gonopódios (gonopódio anterior e gonopódio posterior), sendo que a morfologia dos mesmos é utilizada na determinação das espécies. Os representantes de Rhinocricidae possuem muitas vezes a presença de escobinas (depressões na porção distal dos prozonitos); cabeça com presença de 2 + 2

setas faveoladas; gonopódio anterior com grande esternito triangular e grande apódema coxal; gonopódio posterior simples com coxa e telopodito fundidos direcionados paralelamente, e apresentando telopodito fino, geralmente lamelado, falciforme ou hialino (Hoffmann, 1960; Enghoff et al. 2015). Segundo Schubart (1944), as espécies brasileiras de Rhinocricidae estariam representadas principalmente pelo gênero *Rhinocricus* Karsch, 1881.

### **Histórico taxonômico de *Rhinocricus***

Karsh (1881) descreveu várias espécies de *Spirobolus* Brandt, 1833 do Oriente e Índias Ocidentais no subgênero *Rhinocricus*. Pocock (1894) elevou *Rhinocricus* a gênero, designando como espécie tipo *Spirobolus (Rhinocricus) parvus* Karsch, 1881 de Porto Rico. Para esta proposta não foi mencionado ter sido examinado o holótipo, tendo sido levada em consideração somente a descrição original. A partir de então, *Rhinocricus* passou a ser um dos quatro gêneros pertencentes à família Spirobolidae Bollman, 1893 (Marek et al. 2003). Os *Rhinocricus* passam a ser incluídos em Rhinocricidae (Spirobolida) por Brölemann (1913a), na primeira classificação moderna de Spirobolida (Hoffman, 1980). Brölemann (1913a) propôs Rhinocricidae com base nas características das descrições dos gonopódios, mas também não mencionou o exame de material tipo. Até este momento não há registro de ilustração dos gonopódios da espécie tipo, nem na descrição original, nem em nenhum outro trabalho subsequente. O material tipo de *Spirobolus (Rhinocricus) parvus* encontra-se perdido.

Em 1960, Richard Hoffman, examinando material da coleção do Instituto Smithsonian, descobriu uma lâmina com o gonopódio posterior de um macho e mais alguns espécimes identificados como “*R. parvus*”, acreditando ter encontrado representantes da espécie que até então era considerada perdida ou destruída (Marek et al. 2003). Hoffman (1960) ilustrou, então, os gonopódios dos espécimes em questão, propondo serem aqueles os gonopódios de *R. parvus*, e que o gênero acomodaria, a partir de então, somente três espécies de Cuba e uma de Porto Rico. Esta proposição foi baseada no fato de que a morfologia dos gonopódios anterior e posterior das espécies examinadas era distinta das demais espécies americanas descritas até o momento para o gênero (Velez, 1963). As demais espécies ficaram na espera de uma correta alocação dentro de algum gênero, ou até mesmo, em diferentes gêneros, pois Richard Hoffmann acreditava que as espécies eram por demais heterogêneas, e com certeza seriam

necessários estudos mais aprofundados para um posicionamento correto (Hoffmann, 1960).

Desde então vários autores ainda descreveram espécies como pertencentes ao gênero *Rhinocricus* levando em consideração não as características dos gonopódios ilustrados para *R. parvus* por (Hoffmann, 1960), mas as características dos gonopódios das demais espécies (Schubart, 1962; Loomis, 1966; Hoffmann, 1980; Rodrigues et al. 2012), uma vez que a identidade do material examinado por Hoffman em 1960 permanece dúbia até hoje. Hoffman (1980) agrega dados a essa confusão taxonômica, uma vez que, nesse trabalho, descreve uma nova espécie na qual a morfologia dos gonopódios concorda com a das espécies excluídas, por ele mesmo, do gênero *Rhinocricus*. Adicionalmente, nesse trabalho, o autor volta a enfatizar que as espécies tem sido alocadas erroneamente dentro do gênero e reafirma que considera válidas como *Rhinocricus* somente as quatro espécies endêmicas de Cuba e Porto Rico e que as espécies Neotropicais continuam sendo colocadas dentro do gênero apenas por conveniência. Marek et al. (2003) publicaram um catálogo da família Rhinocricidae contendo mais de 200 espécies válidas para o gênero *Rhinocricus*, englobando todas as espécies descritas até a data e incluindo *R. parvus* como espécie tipo para o gênero. O gênero conta atualmente com aproximadamente 207 espécies, e a grande maioria estão distribuídas pelo continente americano, mas também existem algumas que foram descritas para outras regiões como, por exemplo, Indonésia (Enghoff et al. 2015). O gênero foi diagnosticado pela presença de um par de fossas, chamadas de escobinas, de formato semilunar ou oval, localizadas na região dorsal dos prozonitos, numerosos cones sensitivos na porção apical do último articulo das antenas, e pela forma da estrutura dos gonopódios anterior e posterior.

Brölemann (1901), num estudo dos miriápodes do Museu de São Paulo, citou oito espécies do gênero para o Brasil sendo sete delas consideradas novas para a ciência. Brölemann (1909) organizou um catálogo dos miriápodes do Brasil compreendendo dezessete espécies e nesse trabalho *Rhinocricus* ainda era considerado como um gênero pertencente à Spirobolidae. O gênero apresenta atualmente 65 espécies descritas para o Brasil e, destas, 38 foram descritas por Otto Schubart, sendo as restantes descritas por outros autores (Marek et al. 2003; Rodrigues et al. 2012). A grande maioria das espécies do gênero foi descrita por Schubart (1944; 1951; 1962) para a região sudeste do País, em parte talvez devido ao fato de ser esta a região de maior atuação do autor. Na região

sul são conhecidas apenas sete espécies *Rhinocricus striatellus* Silvestri, 1897 e *R. pugio suspensus* Brölemann, 1929 ambas para o Estado de Santa Catarina e, *R. itauba* Rodrigues, Ott & Rodrigues, 2012, *R. gauchus* Rodrigues, Ott & Rodrigues, 2012, *R. guaritas* Rodrigues, Ott & Rodrigues, 2012, *R. serranus* Rodrigues, Ott & Rodrigues, 2012 e *R. vacariensis* Rodrigues, Ott & Rodrigues, 2012, para o Estado do Rio Grande do Sul.

Schubart (1951) é um dos trabalhos mais importantes sobre a família Rhinocricidae, pois abrange a preparação dos gonopódios, histórico sobre a família, uma lista, uma chave de identificação dos gêneros e a descrição de algumas novas espécies. Ainda nesse mesmo trabalho o autor propôs um sistema para as espécies de *Rhinocricus* no qual sugeriu três grupos de espécies baseado na formação no processo preanal: grupo I, espécies com o segmento preanal (epiprocto) prolongado num grande processo, saliente das válvulas anais (paraprocto); grupo II, espécies com o segmento preanal prolongado num pequeno processo, não saliente das válvulas anais; grupo III, espécies com o segmento preanal sem qualquer processo preanal. Vinte e duas espécies foram distribuídas entre os três grupos, a grande maioria do Estado de São Paulo. Até aquele momento nenhuma outra proposta de agrupamento entre as espécies do gênero havia sido sugerida. Hoffman (1980) cita os agrupamentos propostos por Schubart e comenta a necessidade de testar o valor destes grupos.

### **Relações filogenéticas**

Hoffmann (1980) prevê vários relacionamentos entre os representantes da ordem Spirobolida, relações estas que atualmente tem sido corroborada por diversos autores. Atualmente dois trabalhos foram conduzidos com intuito de conhecer as relações filogenéticas entre os Spirobolida (Wesener et al. 2008; Pitz & Sierwald 2010). Wesener et al. (2008) utilizaram dados morfológicos para analisar as relações entre as espécies de Pachybolidae. Pitz & Sierwald (2010) utilizando dados morfológicos e moleculares testando a monofilia da ordem Spirobolida e as relações entre suas famílias, tendo sido essa a primeira análise com o intuito de testar a monofilia da ordem. Nessa análise os autores recuperaram a monofilia da ordem Spirobolida, bem como a monofilia de Rhinocricidae, sendo que a família foi considerada grupo irmão de todas as demais famílias de Spirobolida. Rhinocricidae, até então, estava alocada dentro da subordem Spirobolidea a qual não teve sua monofilia recuperada por excluir

Rhinocricidae; sendo assim os autores propuseram a subordem Rhinocricidea contendo somente a família Rhinocricidae. Foram definidos os seguintes caracteres para a Subordem: para ambos os sexos, presença de cerdas no clípeo na ordem de 2+2 e sulco na margem anterior da porção dorsal do colum; para os machos, gonopódio anterior com forma característica, esternito desenvolvido em uma grande placa triangular sem extensões laterais, coxito do gonopódio anterior com um leve sulco no qual o gonopódio posterior repousa, telopodito do gonopódio posterior simples, alongado, fino e frequentemente com uma bifurcação distal.

Nenhum dos dois estudos acima citados utilizou representantes de *Rhinocricus* nas análises, não existindo até o momento hipótese de relacionamento entre as espécies. Desta forma uma análise filogenética, incluindo representantes do gênero em questão, poderia contribuir para o conhecimento das relações existentes, bem como fornecer caracteres que poderão ser utilizados em futuros estudos na filogenia de Rhinocricidae.

## **Objetivos**

O objetivo geral deste trabalho foi o de testar a monofilia dos três grupos de espécies *sensu* Schubart, 1951, e propor uma hipótese de relacionamento entre as espécies utilizando como método uma análise cladística. Objetivos específicos: 1) Demonstrar os relacionamentos existentes entre as espécies dos grupos. 2) Diagnosticar e descrever possíveis espécies novas, com base nos exames de exemplares.



## Material e métodos

### Organização da dissertação

A dissertação esta organizada em três partes, a primeira parte com uma introdução geral e revisão da literatura, síntese dos objetivos, resultados e considerações finais. A segunda parte com o capítulo 1 que corresponde a um artigo científico no qual foi redigido dentro das normas da revista científica *Organisms Diversity & Evolution*, e a terceira parte com o capítulo 2 que corresponde a um artigo científico no qual foi redigido nas normas da revista *Zootaxa*. As referencias bibliográficas da primeira parte foram formatadas nas normas da revista *Organisms Diversity & Evolution*.

### Desenvolvimento do trabalho

#### *Táxons amostrados*

Os espécimes examinados pertencem as seguintes instituições: MZSP - Universidade de São Paulo, Museu de Zoologia, São Paulo, Brasil; MCN-Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil e UFPB - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Brasil. No total foram incluídos 30 táxons na análise, sendo o grupo interno formado por 21 espécies pertencentes aos três grupos *sensu* Schubart (1951); a identificação do material foi confirmada por comparação com os holótipos exceto *R. serratus* e *R. padbergi* (Tabela 1). O grupo externo foi escolhido a partir de critérios de similaridade morfológica, histórico taxonômico e disponibilidade de material. Foram incluídos nove táxons, dentre os quais espécies de *Rhinocricus* que até o momento não foram classificadas em nenhum dos grupos de Schubart: *Argentocricus cataractarum* Schubart, 1962 (MZSP), *Argentocricus* sp. (MCN), *Rhinocricus (Erythrocriscus) sanguineostriatus* Schubart, 1962 (MCN), *Rhinocricus pugio suspensus* Brölemann, 1929 (MCN), *Rhinocricus* sp. 1, *Rhinocricus* sp. 2, *Rhinocricus* sp. 3, *Rhinocricus* sp. 4 (MCN) e *Poecilocricus* sp. (UFPB). O táxon escolhido para enraizar a análise foi *Poecilocricus* sp. por pertencer a um gênero morfológicamente mais distinto, considerando as características diagnósticas.

### ***Taxonomia e caracteres***

Foram selecionados 39 caracteres morfológicos, sendo 22 da morfologia externa e 17 da genitália do macho, 34 binários e cinco multiestado. Caracteres das fêmeas não foram selecionados, devido à maioria dos terminais serem representados apenas por machos. Dois caracteres foram reinterpretados a partir da literatura (Wesener et al. 2008; Pitz & Sierwald, 2010), os demais 37 foram propostos pela primeira vez neste trabalho. Todos os caracteres foram tratados como não ordenados. Para observação das estruturas morfológicas e ilustrações dos caracteres foi utilizado estereomicroscópio com câmera clara acoplada. Fotos digitais foram obtidas em estereomicroscópios Motic SMZ168 com câmera fotográfica acoplada “Motic Moticom Pro 2500 digital imaging system”, com auxílio do programa Motic Images Plus 2.0, e com estereomicroscópio Nikon AZ100M. Os programas Helicon Focus, versão 6.7.1 e o software NIS-Elements Advanced Research foram utilizados para a produção das imagens multifocais. Para a edição das imagens foi usado o programa CorelDRAW Graphics Suite X5. Todas as medidas são apresentadas em milímetros. Terminologia das estruturas foi adaptada dos trabalhos (Schubart 1951; Golovatch & Hoffmann 2012; Pitz & Sierwald 2010).

### ***Análise de parcimônia***

A polarização dos caracteres seguiu o método de grupo externo de Nixon & Carpenter (1993). O programa Mesquite 3.2 (Maddison & Maddison 2017) foi utilizado para edição da matriz, na qual dados não aplicados são apresentados como ‘-’ e desconhecidos como ‘?’.

A busca pelas árvores mais parcimoniosas foi conduzida utilizando o programa TNT 1.5 (Goloboff et al. 2008b). Árvores de Wagner foram geradas aleatoriamente, com 99 replicações, sobre as quais as árvores mais parcimoniosas foram calculadas a cada replicação com o algoritmo heurístico *tree bisection-reconnection* (TBR) com 100 árvores salvas por replicação. As análises foram feitas utilizando pesos implícitos (Goloboff 1993) seguindo método proposto por Mirande (2009). Foram calculados 11 valores de constante de concavidade K, e as árvores de consenso estrito obtidas nas análises adotando estes diferentes valores de K foram comparadas por similaridade utilizando o algoritmo *subtree pruning-regrafting* (SPR). Foi construída uma matriz com os valores de similaridade para cada K, e os maiores somatórios foram selecionados como os melhores valores de K. A visualização e interpretação das árvores foram feitas utilizando WinClada 1.00.08 (Nixon, 1999-

2002). Para o suporte dos ramos foi calculado Bremer relativo (Goloboth & Farris 2001) no programa TNT, mantendo as árvores subótimas com até 10 passos extras e diferença de *fit* relativo de 0.9. Os valores de Bremer relativo foram calculados apenas para a árvore do maior K com maior somatório de similaridade (K=9.105).

## Síntese dos Resultados

A análise cladística referente ao capítulo 1 resultou em uma árvore mais parcimoniosa para cada um dos três valores de K com maior somatório de similaridade (5.992, 7.309, 9.105), representando uma única topologia. Nenhum dos três grupos de espécies *sensu* Schubart, 1951 é monofilético. O caráter utilizado na análise conforme proposto para separação dos grupos de *Rhinocricus* resultou homoplástico com até dez passos extras. *Rhinocricus (Erythrocriscus) sanguineostriatus* foi recuperada como grupo irmão de todos os demais táxons, *Argentocricus* Verhoeff, 1941 foi recuperado parafilético.

O primeiro clado compreendendo todas as espécies de *Rhinocricus* e as duas espécies de *Argentocricus*, foi suportado por uma sinapomorfia exclusiva. Interno a este clado foram recuperados dois clados maiores, sendo que um destes clados recuperou quatro subclados com sinapomorfias exclusivas, o outro foi suportado apenas por sinapomorfias homoplásticas. Foi possível recuperar clados demonstrando alguns relacionamentos entre espécies que na taxonomia tradicional são consideradas muito próximas por possuírem a estrutura da genitália quase idêntica, por exemplo: *R. sericiventrís* + *R. limbatus* e *R. avanhandavae* + *R. serratulus*. Esses clados foram suportados por sinapomorfias homoplásticas principalmente da morfologia geral.

Quatro novas espécies de *Rhinocricus* são propostas como novas no capítulo 2, tendo sido recuperado agrupamentos com as demais espécies do gênero, tendo sido somente o clado *Rhinocricus pugio suspensus* + *Rhinocricus* sp. 4 suportado por uma sinapomorfia exclusiva.

## Referências

(Organisms Diversity & Evolution)

“Normas aos autores” <http://www.springer.com/life+sciences/ecology/journal/13127>

Attems, C.G. (1943). Myriopoden von Brasilien gesammelt von E. Bresslau in den Jahren 1913/14. *Senckenbergiana biologica*, 26, 434–458.

Brölemann, H.W. (1901). Myriapodes du Musee de Sao Paolo. *Revista Museu Paulista*, 5, 1–10.

Brölemann, H.W. (1913). Un nouveau système des Spirobolides [Myriapoda. Diplopoda]. *Bulletin de la Société Entomologique de France*, 19, 476–478.

Brölemann, H. W. (1929). Myriapodes recueillis au Bresil par M. le Professeur Caullery, Membre de l'Institut. *Mémoires de la Société Zoologique de France*, 29, 1–37.

Bueno-Villegas, J., Sierwald, P., & Bond, J. E. (2004). Diplopoda. In Bouquets, J. L., & Morrone, J. J. (Eds.) *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de Artrópodos de México* vol. IV (pp. 569-599). Universidad Nacional Autónoma de México.

Enghoff, E., Golovatch, S. I., Short, M., Stoev, P. & Wesener, T. (2015). Diplopoda- Taxonomic overview. In: Minelli, A. (Ed.), *Treatise on Zoology – Anatomy, Taxonomy, Biology. The Myriapoda*. Vol. 2. (pp. 363-455) Brill, Leiden, Boston.

Enghoff, E. (2015). Diplopoda- geographical distribution. In: Minelli, A. (Ed.), *Treatise on Zoology – Anatomy, Taxonomy, Biology. The Myriapoda*. Vol. 2. (pp. 329- 336) Brill, Leiden, Boston.

Fontanetti, C. S. (1996). Description of three cave diplopods of *Pseudonannolene* Silvestri (Diplopoda, Pseudonannolenida, Pseudonannolenidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 13 (2), 427 -433.

Fontanetti, C. S. & Camargo-Mathias, M. I. (2004). External morphology of the antennae of *Rhinocricus padbergi* Verhoeff, 1938 (Diplopoda, Spirobolida). *Brazilian Journal of Morphological Sciences*, 21, 73-79.

Goloboff, P. A. (1993). Estimating character weights during tree search. *Cladistics*, 9(1), 83–91. doi:10.1111/j.1096-0031.1993.tb00209.x.

- Goloboff, P. A. & Farris, J. S. (2001). Methods for quick consensus estimation. *Cladistics*, 17, 26-34. doi:10.1006/clad.2000.0156.
- Goloboff, P. A., Farris, J. S., & Nixon, K. C. (2008). TNT, a free program for phylogenetic analysis. *Cladistics* 24, 774–786. doi:10.1111/j. 1096-0031.2008.00217.x.
- Golovatch, S. I. & Kime, R. D. (2009). Millipede (Diplopoda) distributions: a review. *Soil Organisms*, 81, 565-597.
- Golovatch, S. I. (2014). On some new or poorly-known millipedes from Chile and Argentina (Diplopoda). *Russian Entomological Journal*, 23, 249-281.
- Hoffman, R. L. (1960). Millipeds from Dominica, British West Indies. *Proceedings of the United States National Museum*, 111, 33–41.
- Hoffman, R. L. (1980). Studies on spiroboloid millipeds. XI. On the status of *Spirobolus nattereri* Humbert & DeSaussure, 1870, and some species traditionally associated with it (Rhinocricidae). *Papeis Avulsos de Zoologia*, 33, 177–181.
- Hoffman, R. L. (1980). *Classification of the Diplopoda*. Muséum d'Historie Naturelle.
- Hoffman, R. L. (1999). *Checklist of the Millipedes of North and Middle America*. Virginia Museum of Natural History Special Publication. No, 8. Virginia Museum of Natural History, Virginia.
- Hoffman, R. L & Golovatch, S. I. (2012). The millipede *Argentocricus* Verhoeff, 1941 (Diplopoda, Spirobolida, Rhinocricidae). *Arthropoda Selecta*, 21 (3), 211-215.
- Jean-François, D. (2015). Diplopoda- Ecology. In: Minelli, A. (Ed.), *Treatise on Zoology – Anatomy, Taxonomy, Biology. The Myriapoda*. Vol. 2 (pp. 303- 327). Brill, Leiden, Boston.
- Karsch, F. (1881). Neue Juliden des Berliner Museums, als Prodrömus einer Juliden-Monographie. Zeitschrift für die Gesamten Naturwissenschaften. *Leipzig, Stuttgart*, 54, 1–78.
- Mauriès, J. P. (1980). Diplopedes Chilognathes de la Guadeloupe et ses dépendences. *Bulletin du Museum National d'Historie Naturelle*. Paris, 4 (4), 1059–1111.

- Marek, P. E., Bond, J. E., & Sierwald, P. (2003). Rhinocricidae Systematics II: A species catalog of the Rhinocricidae (Diplopoda: Spirobolida) with synonymies. *Zootaxa* 308, 1-108.
- Maddison, W. P. & Maddison, D. R. (2017). Mesquite: a modular system for evolutionary analysis. Version 3.2 <http://mesquiteproject.org>.
- Mirande, J. M. (2009). Weighted parsimony phylogeny of the family Characidae (Teleostei: Characiformes). *Cladistics*, 25, 574-613.
- Nixon, K. C. (2002). WinClada, version 1.00.08. Published by the author, Ithaca, New York. <http://www.cladistics.com>
- Pitz, K. M., & Sierwald, P. (2010). Phylogeny of the millipede order Spirobolida (Arthropoda: Diplopoda: Helminthomorpha). *Cladistics*, 26, 497–525.
- Pocock, R. I. (1894). Contributions to our knowledge of the arthropod fauna of the West-Indies. *Journal of the Linnean Society of London*, 24, 473–544.
- Rodrigues, P. E. S., Ott, R., & Rodrigues, E. N. L. (2012). New species and new records of millipedes of the genus *Rhinocricus* Karsch, 1881 (Spirobolida: Rhinocricidae) from southern Brazil. *Zootaxa*, 3172, 55- 64.
- Schubart, O. (1944). Os Diplopodos do Pirassununga. *Acta Zoologica Lilloana*, 2, 321–440.
- Schubart, O. (1949). Os Diplopoda de algumas ilhas do litoral Paulista. *Memorias do Instituto Butantan*, 21, 203–254.
- Schubart, O. (1951). Contribuição para a fauna do estado de São Paulo. II. Os Rhinocricidae (Opisthospermophora, Diplopoda). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 23, 221–275.
- Schubart, O. (1962a). Um novo gênero da Família Rhinocricidae da Bahia (Opisthospermophora, Diplopoda). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 34, 265–268.
- Schubart, O. (1962b). Novas espécies brasileiras da Família Rhinocricidae (Diplopoda, Opisthospermophora). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 34, 69–87.

Silvestri, F. (1897). Neue Diplopoden. *Abhandlungen und Berichte des k. zoologischen und anthropologisch-ethnographischen Museums zu Dresden*, 6(9), 1-23.

Velez, M. J. (1962). A new genus (*Orthocricus*) of the family Rhinocricidae (Diplopoda: Spirobolida). *Caribbean Journal of Science*, 3, 209–211.

Verhoeff, K.W. (1938). Über einige amerikanische Myriapoden. *Zoologischer Anzeiger, Leipzig*, 122, 273–284.

Verhoeff, K.W. (1941). Über Spirostreptiden Südamerikas, vergleichende Morphologie und Mechanik der Gonopoden und eine neue Rhinocriciden-Gattung. *Archiv für Naturgeschichte*, 10, 278–302.

Verhoeff, K.W. (1943). Über einige Diplopoden aus Minas Geraes (Brasilien). *Arquivos do Museu Nacional*, 37, 249–288.

Wesener, T., Enghoff, H., Wagele, J. W. (2008). Pachybolini - a tribe of giant Afrotropical millipedes: arguments for monophyly and the description of a new genus from Madagascar (Diplopoda: Spirobolida: Pachybolidae). *Invertebrates Systematics*, 22, 37–53.



## CAPITULO 1

Normas editoriais: Organisms Diversity & Evolution

Situação: Em preparação

Filogenia de três grupos de espécies de *Rhinocricus* Karsh, 1881 (Spirobolida: Rhinocricidae) baseado em caracteres morfológicos

### **Phylogeny of three species groups of *Rhinocricus* Karsh, 1881 (Spirobolida: Rhinocricidae) based on morphological characters**

Patrícia E. S. Rodrigues<sup>1,2</sup>, Luiz A. Campos<sup>1</sup> & Ricardo Ott<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Zoologia, Av. Bento Gonçalves, 9500, pr. 43435, 91501-970, Porto Alegre, RS, Brazil. (patiesilva@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> Museu de Ciências Naturais, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. Rua Dr. Salvador França, 1427, 90690-000, Porto Alegre, RS, Brazil.

#### **ORCID**

Patrícia E.S. Rodrigues: 0000-0003-4448-3940

Luiz A. Campos: 0000-0001-5414-8746

Ricardo Ott: 0000-0001-7392-1415

#### **Corresponding author**

Patrícia E.S. Rodrigues. E-mail: patiesilva@yahoo.com.br Telephone: +55 51 31995506

#### **Short title**

Phylogeny of species groups of *Rhinocricus*

#### **Abstract**

*Rhinocricus* Karsch, 1881 currently has 207 species described and distributed mainly by the American continent, of which 65 are described for Brazil. The genus was based on the presence of scobinae (depressions in distal portion of prozonit). The present study evaluated the monophyly of three groups of species previously proposed in *Rhinocricus*. The data matrix was composed 39 morphological characters and 30 species as terminal taxa, being 21 the ingroup, and nine the outgroup. We performed a parsimony analysis with implied weights using TNT software, obtaining the same best topology with three optimal K-values (5.992, 7.309, 9.105). None of the three previously proposed species groups of *Rhinocricus* was recovered monophyletic. *Rhinocricus* (*Erythocricus*) was recovered sister to all other species, and *Argentocricus* Verhoeff, 1941 resulted paraphyletic. The diagnostic characters traditionally used to separate species groups, subgenera, and genera were not recovered as synapomorphies. Further

investigation including a broader species sample is needed attempting to establish robust relationship hypotheses between *R. (Erythrocriscus)*, *Argentocriscus*, and the remainder species of *Rhinocriscus*, thus identifying the monophyletic groups in the genus and their synapomorphies.

**Palavras-chave:** Millipedes, Myriapoda, Implied weighting, Cladistics

## **Introdução**

A classe Diplopoda constitui um grupo muito diverso, possuindo atualmente mais de 12000 espécies distribuídas em 16 ordens e 145 famílias; sua distribuição geográfica se dá por todos os continentes com exceção da Antártica (Enghoff 2015). Diplópodes formam um componente importante da fauna de solo e serapilheira, mas podem também ser encontrados na vegetação, copa de florestas, em bromélias e outras epífitas (Bueno-Villegas et al. 2004; Golovatch & Kime 2009). Os diplópodes possuem comportamento diversificado de alimentação, porém a grande maioria possui hábitos detritívoros.

Spirobolida Bollman, 1893 é uma das ordens mais diversas de diplópodes, possui mais de 1000 espécies amplamente distribuídas por quase todos os continentes com exceção da Antártica e Europa (Pitz & Sierwald 2010). A família mais representativa desta ordem é Rhinocricidae Brölemann, 1913, com 27 gêneros e aproximadamente 530 espécies (Marek et al. 2003; Pitz & Sierwald 2010). O gênero mais diverso, *Rhinocriscus* Karsch, 1881, possui 207 espécies, em sua maioria ocorrendo no continente americano, porém também são conhecidas espécies na Indonésia e Oceania (Marek et al. 2003; Enghoff et al. 2015).

Existem apenas dois trabalhos publicados com hipóteses de relacionamento entre os membros de Spirobolida utilizando métodos filogenéticos. Wesener et al. (2008) utilizaram dados morfológicos para analisar as relações entre as espécies de Pachybolidae, e Pitz & Sierwald (2010) avaliaram as relações entre famílias de Spirobolida utilizando dados morfológicos e moleculares. Nessa última análise os autores recuperaram a monofilia de Spirobolida, bem como a monofilia de Rhinocricidae, sendo que a família foi considerada grupo irmão de todas as demais famílias da ordem. Rhinocricidae, até então, estava alocada dentro da subordem Spirobolidea a qual não teve sua monofilia recuperada por excluir Rhinocricidae; sendo assim os autores propuseram a subordem Rhinocricidea contendo somente a família Rhinocricidae. Nenhum dos dois estudos acima citados utilizou representantes de *Rhinocriscus* nas análises.

Karsch (1881) descreveu *Rhinocriscus* como subgênero de *Spirobolus* Brandt, 1833 num trabalho que descrevia novas espécies do Oriente e Índias Ocidentais (Marek et al. 2003), baseado na presença de escobinas (depressões dorsais nos prozonitos). Pocock (1894) elevou *Rhinocriscus* a gênero e designou *Spirobolus (Rhinocriscus) parvus* Karsch, 1881, de Porto Rico, como espécie tipo. Hoffman (1960) ilustrou os gonopódios de *R. parvus* a partir de espécimes depositados no National Museum of Natural History (USA), sendo o material tipo da espécie considerado perdido (Marek et al. 2003). No mesmo trabalho o autor propôs que o gênero acomodaria, a partir de então, somente três espécies de Cuba e uma de Porto Rico. Esta proposição foi baseada na morfologia dos gonopódios, considerada distinta das demais espécies americanas descritas para o gênero (Velez 1962). As demais espécies ficaram na espera

de uma correta alocação dentro de algum gênero, ou até mesmo, em diferentes gêneros, pois Hoffmann acreditava que as espécies eram heterogêneas e, com certeza, seriam necessários estudos mais aprofundados para um posicionamento correto (Hoffmann 1960). Desde então vários autores ainda descreveram espécies como pertencentes ao gênero *Rhinocricus* levando em consideração não as características dos gonopódios ilustrados para *R. parvus* (*sensu* Hoffmann 1960), mas as características dos gonopódios das demais espécies (Schubart 1962; Hoffmann 1980; Rodrigues et al. 2012), uma vez que a identidade do material examinado por Hoffman em 1960 permanece dúvida até hoje. Hoffman (1980) agrega dados a essa confusão taxonômica, uma vez que, nesse trabalho, descreve uma nova espécie para *Rhinocricus*, na qual a morfologia dos gonopódios é compatível com a das espécies excluídas, por ele mesmo, do gênero *Rhinocricus*. Curiosamente, nesse trabalho, o autor volta a enfatizar que as espécies tem sido alocadas erroneamente dentro do gênero e reafirma que considera válidas como *Rhinocricus* somente as quatro espécies endêmicas de Cuba e Porto Rico, e que as espécies Neotropicais continuam sendo colocadas dentro do gênero apenas por conveniência. Marek et al. (2003) publicaram um catálogo da família Rhinocricidae contendo mais de 200 espécies válidas para *Rhinocricus*. O gênero é diagnosticado pela presença de um par escobinas de formato semilunar ou oval, localizadas na região dorsal dos prozonitos, numerosos cones sensitivos na porção apical do último artigo das antenas, e pela forma dos gonopódios anterior e posterior. O gênero apresenta atualmente 65 espécies descritas para o Brasil e, destas, 38 foram descritas por Otto Schubart, sendo as restantes descritas por outros autores (Marek et al. 2003; Rodrigues et al. 2012).

Schubart (1951) propôs um sistema para as espécies de *Rhinocricus* no qual sugeriu três grupos de espécies baseado na formação no processo preanal: grupo I, espécies com o segmento preanal (epiprocto) prolongado num grande processo, saliente das válvulas anais (paraprocto); grupo II, espécies com o segmento preanal prolongado num pequeno processo, não saliente das válvulas anais; grupo III, espécies com o segmento preanal sem qualquer processo preanal. Vinte e duas espécies foram distribuídas entre os três grupos, a grande maioria do Estado de São Paulo. Hoffman (1980) cita os agrupamentos propostos por Schubart e comenta a necessidade de testar o valor destes grupos. Uma análise filogenética dos grupos de espécies propostos por Schubart (1951) poderia contribuir não apenas para o teste dos agrupamentos, mas também para o conhecimento das relações entre os representantes do gênero. O objetivo do estudo foi testar a monofilia dos três grupos de espécies de Schubart (1951) e avaliar a validade filogenética dos caracteres considerados diagnósticos na taxonomia do grupo, bem como fornecer caracteres que poderão ser utilizados em futuros estudos na filogenia de Rhinocricidae.

## **Material e métodos**

### ***Táxons amostrados***

Os espécimes examinados pertencem as seguintes instituições: MZSP - Universidade de São Paulo, Museu de Zoologia, São Paulo, Brasil; MCN-Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil e UFPB - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Brasil. No total foram incluídos 30 táxons na análise, sendo o grupo interno formado por 21 espécies pertencentes aos três grupos *sensu* Schubart (1951); a identificação do material foi confirmada por

comparação com os holótipos exceto *R. serratus* e *R. padbergi* (Tabela 1). O grupo externo foi escolhido a partir de critérios de similaridade morfológica, histórico taxonômico e disponibilidade de material. Foram incluídos nove táxons, dentre os quais espécies de *Rhinocricus* que até o momento não foram classificadas em nenhum dos grupos de Schubart: *Argentocricus cataractarum* Schubart, 1962 (MZSP), *Argentocricus* sp. (MCN), *Rhinocricus (Erythrocriscus) sanguineostriatus* Schubart, 1962 (MCN), *Rhinocricus pugio suspensus* Brölemann, 1929 (MCN), *Rhinocricus* sp. 1, *Rhinocricus* sp. 2, *Rhinocricus* sp. 3, *Rhinocricus* sp. 4 (MCN) e *Poecilocricus* sp. (UFPB). O táxon escolhido para enraizar a análise foi *Poecilocricus* sp. por pertencer a um gênero morfológicamente mais distinto, considerando as características diagnósticas.

### ***Seleção de caracteres***

Foram selecionados 39 caracteres morfológicos (Apêndice 1), sendo 22 da morfologia externa e 17 da genitália do macho, 25 binários e cinco multiestado. Caracteres das fêmeas não foram selecionados, devido à maioria dos terminais serem representados apenas por machos. Dois caracteres foram reinterpretados a partir da literatura (Wesener et al. 2008; Pitz & Sierwald, 2010), os demais 37 foram propostos pela primeira vez neste trabalho. Todos os caracteres foram tratados como não ordenados e não aditivos. Para observação das estruturas morfológicas e ilustrações dos caracteres foi utilizado estereomicroscópio com câmera clara acoplada. Fotos digitais foram obtidas em estereomicroscopios Motic SMZ168 com câmera fotográfica acoplada “Motic Moticam Pro 2500 digital imaging system”, com auxílio do programa Motic Images Plus 2.0, e com estereomicroscópio Nikon AZ100M. Os programas Helicon Focus, versão 6.7.1 e o software NIS-Elements Advanced Research foram utilizados para a produção das imagens multifocais. Para a edição das imagens foi usado o programa CorelDRAW Graphics Suite X5. Todas as medidas são apresentadas em milímetros. Terminologia das estruturas foi adaptada dos trabalhos (Schubart 1951; Golovatch & Hoffmann 2012; Pitz & Sierwald 2010).

### ***Análise de parcimônia***

A polarização dos caracteres seguiu o método de grupo externo de Nixon & Carpenter (1993). O programa Mesquite 3.2 (Maddison & Maddison 2017) foi utilizado para edição da matriz, na qual dados não aplicados são apresentados como ‘-’ e desconhecidos como ‘?’ (Tabela 2). A busca pelas árvores mais parcimoniosas foi conduzida utilizando o programa TNT 1.5 (Goloboff et al. 2008b). Árvores de Wagner foram geradas aleatoriamente, com 99 replicações, sobre as quais as árvores mais parcimoniosas foram calculadas a cada replicação com o algoritmo heurístico *tree bisection-reconnection* (TBR) com 100 árvores salvas por replicação. As análises foram feitas utilizando pesos implícitos (Goloboff 1993) seguindo método proposto por Mirande (2009). Foram calculados 11 valores de constante de concavidade K, e as árvores de consenso estrito obtidas nas análises adotando estes diferentes valores de K foram comparadas por similaridade utilizando o algoritmo *subtree pruning-regrafting* (SPR). Foi construída uma matriz com os valores de similaridade para cada K, e os maiores somatórios foram selecionados como os melhores valores de K. A visualização e interpretação das árvores foram feitas utilizando WinClada 1.00.08 (Nixon, 1999-2002). Para o suporte dos ramos foi calculado Bremer relativo (Goloboff & Farris 2001) no programa TNT, mantendo as árvores subótimas com até 10 passos extras e diferença de

*fit* relativo de 0.9 (Fig. 1). Os valores de Bremer relativo foram calculados apenas para a árvore do maior K com maior somatório de similaridade (K=9.105).

## Resultados

A análise resultou em uma árvore mais parcimoniosa para cada um dos três valores de K com maior somatório de similaridade (5.992, 7.309, 9.105), representando uma única topologia. A árvore apresentada para a discussão dos resultados foi calculada com o maior valor de K (9.105) (Fig. 1). Nenhum dos três grupos de espécies de Schubart é monofilético. O caráter 20 (comprimento do dorso do epiprocto em relação ao paraprocto) com seus três estados (Figs. 29-31), representa as características diagnósticas propostas por Schubart (1951) para a separação dos seus três grupos de espécies, resultando altamente homoplástico com dez passos extras. *Rhinocricus* (*Erythrocriscus*) *sanguineostriatus* foi recuperada como grupo irmão de todos os demais táxons, incluindo as duas espécies de *Argentocricus*.

O clado A, que compreende todas as espécies de *Rhinocricus* e as duas espécies de *Argentocricus*, foi suportado por uma sinapomorfia exclusiva (26:1) “ápice do telepodito do gonopódio anterior, vista posterior com lóbulo desenvolvido” (Fig. 41). O clado B é sustentado pelas sinapomorfias homoplásticas (3:1) “porção apical das estípedes do gnatoquilário sem protuberância” (Fig. 7) e (5:1) “presença de uma protuberância medial apical no mentum do gnatoquilário”(Fig. 8). O clado C também sustentado por duas sinapomorfias homoplásticas, (20:2) “dorso do epiprocto com seu comprimento ultrapassando o paraprocto” (Fig. 31) e (33:1) “base femoral do telepodito do gonopódio posterior até 1x o comprimento da bifurcação distal” (Fig. 50). Interno ao clado C o subclado D compreendendo as espécies *R. pugio suspensus* + *R. sp. 4* foi sustentado por uma sinapomorfia exclusiva, (4:1) “superfície da porção distal das estípedes do gnatoquilário granulada”(Fig. 7).

No clado E, *A. cataractarum* foi recuperado como grupo irmão das demais espécies do clado sustentado pela sinapomorfia homoplástica (1:1) “borda ventrolateral do labrum arredondado” (Fig. 3). Interno ao clado E três subclados foram suportados por sinapomorfias exclusivas. O clado F contendo as espécies *Argentocricus* sp., *R. frutalensis* e *R. wygodzinskyi* é suportado pela (29:1) “presença de cerdas no ápice do telepodito do gonopódio anterior”(Fig. 46). O clado G é suportado pelo (24:1) “esternito do gonopódio anterior, vista anterior retangular e com ápice terminando num longo processo” (Fig. 39). Por fim, o clado H é suportado pelo (36:1) “solenomerito do telepodito do gonopódio posterior com ápice em concha”(Fig. 54). Foi possível recuperar alguns relacionamentos entre espécies que na taxonomia tradicional são consideradas muito próximas por possuírem a estrutura da genitália quase idêntica, por exemplo: *R. sericiventrís* + *R. limbatus* e *R. avanhandavae* + *R. serratulus*. Esses cladogramas foram suportados por sinapomorfias homoplásticas principalmente da morfologia geral. No apêndice I é apresentada uma lista de caracteres com os valores de *fit* e passos extras para cada um dos caracteres morfológicos utilizados na análise.

## Discussão

Este é o primeiro estudo a propor hipóteses de relacionamento para os três grupos de espécies de *Rhinocricus*, bem como avaliar os caracteres considerados diagnósticos para os grupos. Hofmann (1980) enfatizou a necessidade de estudos testando a separação das espécies nos grupos propostos por Schubart, bem como validar a utilização do caráter ‘comprimento do epiprocto’ como base para a delimitação em grupos. A não recuperação da monofilia dos três agrupamentos nesta análise demonstra que a proposta da utilização de apenas um caráter não é suficiente para agrupar as espécies. Segundo Marek e Bond (2003) modificações da válvula anal são, provavelmente, características plásticas entre os táxons da família Rhinocricidae, não devendo ser usada como um caráter único na separação de gêneros. O caráter 20 mostrou ser o mais homoplástico entre todos os caracteres observados, com dez surgimentos independentes, porém não é descartado seu uso para fins taxonômicos, tendo sido observado que não se trata de um caráter com variação intraespecífica.

Os caracteres da morfologia geral mostraram ser mais homoplásticos quando comparados aos caracteres da genitália dos machos, o que já foi discutido em alguns trabalhos. Hoffman (1980) observou que gêneros que foram propostos baseados só em caracteres da morfologia externa (i.e., cones sensoriais, escobinas, forma do telson) ou também associados com estruturas dos gonopódios, possam provavelmente resultar inconsistentes, o que levando em muitos casos à formação de grupos artificiais. A solução seria usar exclusivamente caracteres dos gonopódios, que segundo o autor seriam mais consistentes. Por outro lado Hoffman (1998) afirmou que existe pouca modificação nas características básicas dos gonopódios da família Rhinocricidae, dificultando os posicionamentos genéricos, e levando à necessidade dos taxonomistas em distinguir tais gêneros baseados em características da morfologia externa. O autor reforçou ainda mais uma vez a ideia de que tal atitude forçaria a criação de grupos filogeneticamente artificiais. Nossos resultados demonstraram que caracteres dos gonopódios foram mais informativos, pois suportaram clados com sinapomorfias exclusivas e representaram mais da metade das sinapomorfias recuperadas na análise. Nos clados *R. sericiventris* + *R. limbatus* e *R. avanhandavae* + *R. serratulus* foi possível recuperar como sinapomorfias semelhanças já destacadas na taxonomia. Schubart (1951), na descrição das espécies em questão, relatou a dificuldade na separação específica pela comparação das estruturas dos gonopódios, optando por separar tais espécies por características da morfologia externa.

Caracteres interpretados a partir de estruturas diagnósticas para gêneros e subgêneros em trabalhos taxonômicos (Schubart 1951; 1962; Golovatch & Hoffman 2012; Golovatch, 2014), incluídos nesta análise, não resultaram em sinapomorfias exclusivas. O gênero *Argentocricus* não foi recuperado como monofilético, mesmo tendo sido incluído na análise um dos caracteres diagnósticos propostos na descrição do gênero por Verhoeff (1941), “presença de uma estrutura mesal vesiculiforme no telepodito do gonopódio anterior em vista posterior” (30:1) (Fig. 45). Schubart (1962) questionou o valor deste caráter e considerou *Argentocricus* como subgênero de *Rhinocricus*, opinião adotada também por Marek et al. (2003) no catálogo das espécies de Rhinocricidae. Porém Golovatch & Hoffman (2012) redefiniram o status genérico de *Argentocricus*, tendo sido a presença da membrana vesicular, novamente, considerado um dos caracteres diagnósticos. Posteriormente Golovatch (2014), ao descrever que

*Argentocricus iguassu* não descreve a presença da membrana vesicular, porém apresenta uma membrana quitinizada semelhante à que ele afirma ser observada em muitas espécies de *Rhinocricus*. A partir desta informação, pode ser possível duvidar da validade do caráter “membrana vesicular” como diagnóstico para as espécies de *Argentocricus*. Durante o exame de *A. cataractarum* foi possível observar similaridade dessa com as ilustrações e descrições de *A. iguassu* Golovatch, 2014 sendo possível suspeitar fortemente que a espécie possa ser considerada sinônimo de *A. cataractarum*, o que precisa ser confirmado futuramente. Com relação à outra característica considerada diagnóstica para *Argentocricus* por Golovatch & Hoffman (2012), o solenomerito com formato digitiforme, nenhuma das duas espécies do gênero aqui incluídas apresentam tal característica.

Nessa análise foi possível a inclusão de apenas uma das duas espécies descritas para o subgênero *Erythrocriscus*. Schubart (1962) descreveu as duas espécies no então novo subgênero *Erythrocriscus* baseado na coloração vermelha e na formação diferenciada dos gonopódios em relação às demais espécies de *Rhinocricus*. A recuperação de *R. (Erythrocriscus) sanguineostriatus* como grupo irmão das demais espécies incluídas na análise sugere a possibilidade de sua elevação a status genérico, sustentado principalmente pela morfologia dos gonopódios.

Schubart (1951) na descrição de *R. frutalensis* descreveu uma característica considerada por ele rara, “presença de cerdas no ápice do telepodito do gonopodito anterior”, o qual na nossa análise resultou sinapomórfico para o clado F (29:1) (Fig. 46). Além das espécies pertencentes ao clado F, *R. anotectus* Attems, 1943 (não incluída na presente análise) foi citada por Schubart como uma das espécies a compartilhar esta característica. O “esternito do gonopódio anterior retangular” (24:1) (Fig. 39), sinapomórfico para o clado G, indica que esta estrutura talvez represente um bom caráter a ser mais explorado em futuras análises filogenéticas, pois sua variação poderá suportar grupos de espécies dentro do gênero.

Durante o exame do material algumas estruturas candidatas a caracterização foram analisadas e descartadas por demonstrar variação intraespecífica. Estão aqui incluídos os cones sensoriais presentes no último artigo das antenas, os quais são normalmente utilizados quantitativamente na taxonomia com indicação de um número específico para cada espécie. Fontanetti & Camargo-Mathias (2004) estudando a morfologia das antenas de *R. padbergi* encontraram variação intraespecífica. Sendo assim o uso de tal caráter não é indicado como atributo específico. As projeções nos primeiros pares de pernas também foram utilizadas em estudos filogenéticos envolvendo representantes de Rhinocricidae (Wesener et al. 2008; Pitz & Sierwald 2010). Na taxonomia tais projeções, principalmente os pares de pernas 3 e 4, são utilizadas como um caráter secundário na descrição de espécies. Durante o exame destas estruturas foi observado que existe variação intraespecífica em espécies de *Rhinocricus*, em especial na forma destas projeções, não sendo possível encontrar um padrão que justifique o uso desse caráter. Assim optou-se por utilizar o padrão encontrado no Caráter 15 “comprimento das projeções nas coxas do par de pernas 3” no qual foi possível observar dois estados: alongado, comprimento duas vezes sua largura (0); curto, comprimento com mesmo comprimento da sua largura (1) (Figs. 20-21). A obtenção de um maior número de caracteres foi prejudicada pelo fato de que a grande maioria dos táxons terminais foi representada apenas por holótipos, inviabilizando o exame destrutivo do material. Todavia a análise filogenética aqui

apresentada foi a primeira a utilizar representantes do gênero, possibilitando um avanço no conhecimento dos relacionamentos entre espécies, e disponibilizando caracteres para agregar futuros estudos de filogenia do grupo.

### **Agradecimentos**

A capes pela concessão da bolsa de Mestrado de Patrícia E. S. Rodrigues. Ao curador da coleção de Myriapoda do MZUSP Dr. Ricardo Pinto da Rocha, pelo empréstimo do material.

### **Referencias**

“Normas aos autores” <http://www.springer.com/life+sciences/ecology/journal/13127>

Attems, C.G. (1943). Myriopoden von Brasilien gesammelt von E. Bresslau in den Jahren 1913/14. *Senckenbergiana biologica*, 26, 434–458.

Brölemann, H.W. (1901). Myriapodes du Musee de Sao Paolo. *Revista Museu Paulista*, 5, 1–10.

Brölemann, H.W. (1913). Un nouveau système des Spirobolides [Myriapoda. Diplopoda]. *Bulletin de la Société Entomologique de France*, 19, 476–478.

Brölemann, H. W. (1929). Myriapodes recueillis au Bresil par M. le Professeur Caullery, Membre de l'Institut. *Mémoires de la Société Zoologique de France*, 29, 1–37.

Bueno-Villegas, J., Sierwald, P., & Bond, J. E. (2004). Diplopoda. In Bouquets, J. L., & Morrone, J. J. (Eds.) *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de Artrópodos de México* vol. IV (pp. 569-599). Universidad Nacional Autonoma de México.

Enghoff, E., Golovatch, S. I., Short, M., Stoev, P. & Wesener, T. (2015). Diplopoda- Taxonomic overview. In: Minelli, A. (Ed.), *Treatise on Zoology – Anatomy, Taxonomy, Biology. The Myriapoda*. Vol. 2 (pp. 363-455). Brill, Leiden, Boston.

Enghoff, E. (2015). Diplopoda- geographical distribution. In: Minelli, A. (Ed.), *Treatise on Zoology – Anatomy, Taxonomy, Biology. The Myriapoda*. Vol. 2 (pp. 329-336) Brill, Leiden, Boston.

Fontanetti, C. S. & Camargo-Mathias, M. I. (2004). External morphology of the antennae of *Rhinocricus padbergi* Verhoeff, 1938 (Diplopoda, Spirobolida). *Brazilian Journal of Morphological Sciences*, 21, 73-79.

Goloboff, P. A. (1993). Estimating character weights during tree search. *Cladistics* 9, 83–91. doi:10.1111/j.1096-0031.1993.tb00209.x.

Goloboff, P. A. & Farris, J. S. (2001). Methods for quick consensus estimation. *Cladistics*, 17, 26-34. doi:10.1111/j. 1096-0031.2008.00217.x.

Goloboff, P. A., Farris, J. S., & Nixon, K. C. (2008). TNT, a free program for phylogenetic analysis. *Cladistics* 24, 774–786. doi:10.1111/j.1096-0031.2008.00217.x.



- Golovatch, S. I. & Kime, R. D. (2009). Millipede (Diplopoda) distributions: a review. *Soil Organisms*, 81, 565-597.
- Golovatch, S. I. (2014). On some new or poorly-known millipedes from Chile and Argentina (Diplopoda). *Russian Entomological Journal*, 23, 249-281.
- Hoffman, R. L. (1960). Millipeds from Dominica, British West Indies. *Proceedings of the United States National Museum*, 111, 33-41.
- Hoffman, R.L. (1980). Studies on spiroboloid millipedes. XI. On the status of *Spirobolus nattereri* Humbert & DeSaussure, 1870, and some species traditionally associated with it (Rhinocricidae). *Papeis Avulsos de Zoologia*, 33, 177-181.
- Hoffman, R. L. (1980). *Classification of the Diplopoda*. Muséum d'Historie Naturelle.
- Hoffman, R. L. (1999). *Checklist of the Millipedes of North and Middle America*. Virginia Museum of Natural History Special Publication. No. 8. Virginia Museum of Natural History, Virginia.
- Hoffman, R. L. & Golovatch, S. I. (2012). The millipede *Argentocricus* Verhoeff, 1941 (Diplopoda, Spirobolida, Rhinocricidae). *Arthropoda Selecta*, 21 (3), 211-215.
- Karsch, F. (1881). Neue Juliden des Berliner Museums, als Prodrum einer Juliden-Monographie. *Zeitschrift für die Gesamten Naturwissenschaften. Leipzig, Stuttgart*, 54, 1-78.
- Marek, P. E., Bond, J. E., & Sierwald, P. (2003). Rhinocricidae Systematics II: A species catalog of the Rhinocricidae (Diplopoda: Spirobolida) with synonymies. *Zootaxa* 308, 1-108.
- Maddison, W. P. & Maddison, D. R. (2017). Mesquite: a modular system for evolutionary analysis. Version 3.2 <http://mesquiteproject.org>.
- Mirande, J. M. (2009). Weighted parsimony phylogeny of the family Characidae (Teleostei: Characiformes). *Cladistics*, 25, 574-613.
- Nixon, K. C. (2002). WinClada, version 1.00.08. Published by the author, Ithaca, New York. <http://www.cladistics.com>.
- Pitz, K. M., & Sierwald, P. (2010). Phylogeny of the millipede order Spirobolida (Arthropoda: Diplopoda: Helminthomorpha). *Cladistics*, 26, 497-525.
- Pocock, R. I. (1894). Contributions to our knowledge of the arthropod fauna of the West-Indies. *Journal of the Linnean Society of London*, 24, 473-544.
- Rodrigues, P. E. S., Ott, R., & Rodrigues, E. N. L. (2012). New species and new records of millipedes of the genus *Rhinocricus* Karsch, 1881 (Spirobolida: Rhinocricidae) from southern Brazil. *Zootaxa*, 3172, 55- 64.
- Schubart, O. (1944) Os Diplopodos do Pirassununga. *Acta Zoologica Lilloana*, 2, 321-440.

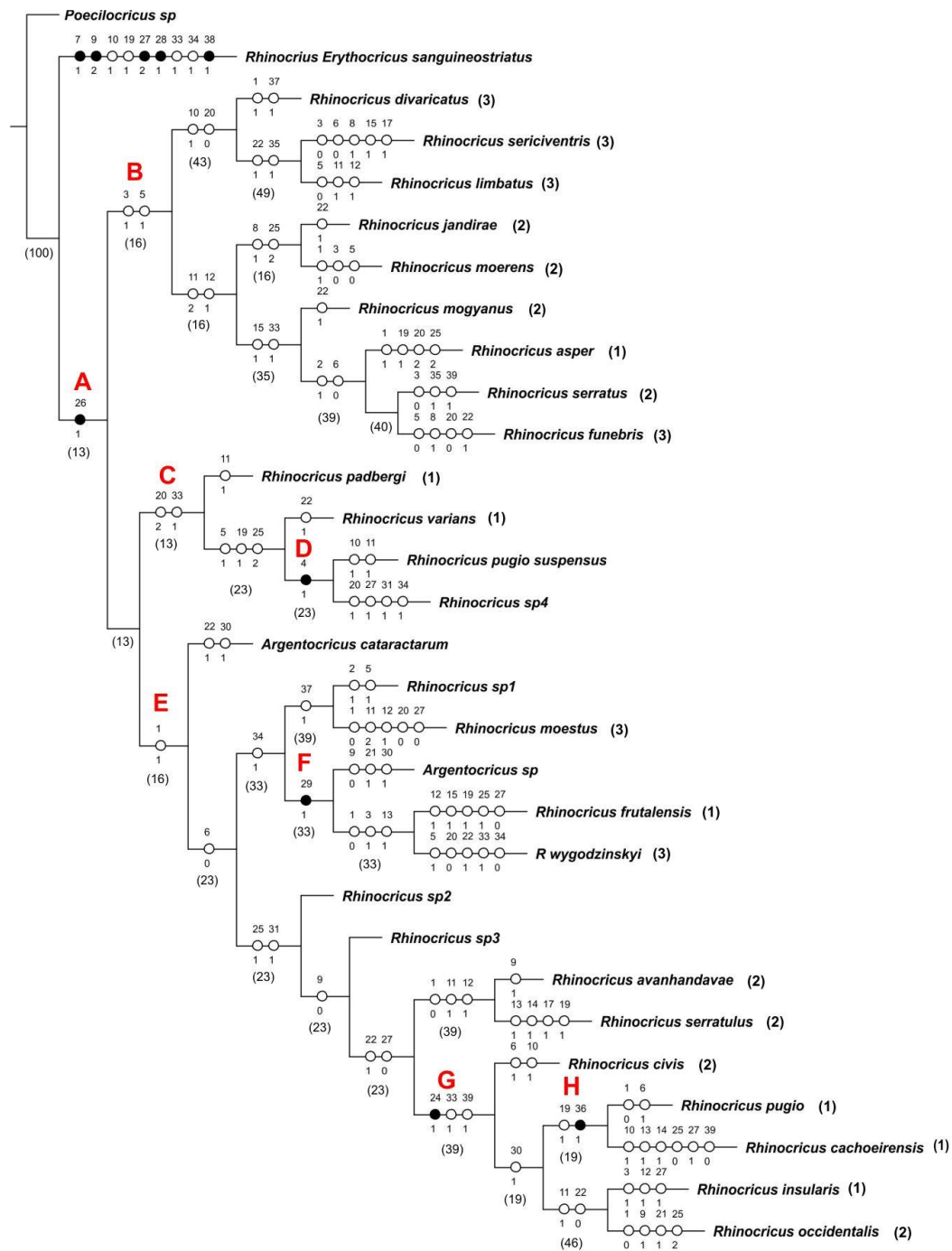
- Schubart, O. (1949). Os Diplopoda de algumas ilhas do litoral Paulista. *Memorias do Instituto Butantan*, 21, 203–254.
- Schubart, O. (1951). Contribuição para a fauna do estado de São Paulo. II. Os Rhinocricidae (Opisthospermophora, Diplopoda). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 23, 221–275.
- Schubart, O. (1962a). Um novo gênero da Família Rhinocricidae da Bahia (Opisthospermophora, Diplopoda). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 34, 265–268.
- Schubart, O. (1962b). Novas espécies brasileiras da Família Rhinocricidae (Diplopoda, Opisthospermophora). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 34, 69–87.
- Silvestri, F. (1897). Neue Diplopoden. *Abhandlungen und Berichte des k. zoologischen und anthropologisch-ethnographischen Museums zu Dresden* 6,(9), 1-23.
- Velez, M. J. (1962). A new genus (*Orthocricus*) of the family Rhinocricidae (Diplopoda: Spirobolida). *Caribbean Journal of Science*, 3, 209–211.
- Verhoeff, K.W. (1938). Über einige amerikanische Myriapoden. *Zoologischer Anzeiger, Leipzig*, 122, 273–284.
- Verhoeff, K.W. (1941). Über Spirostreptiden Südamerikas, vergleichende Morphologie und Mechanik der Gonopoden und eine neue Rhinocriciden-Gattung. *Archiv für Naturgeschichte*, 10, 278–302.
- Verhoeff, K.W. (1943). Über einige Diplopoden aus Minas Geraes (Brasilien). *Arquivos do Museu Nacional*, 37, 249–288.
- Wesener, T., Enghoff, H., Wagele, J. W. (2008). Pachybolini - a tribe of giant Afrotropical millipedes: arguments for monophyly and the description of a new genus from Madagascar (Diplopoda: Spirobolida: Pachybolidae). *Invertebrates Systematics*, 22, 37–53.

**Tab.1.** Lista de espécies (ingroup) incluídas na análise. Instituição abreviação: (MZSP) Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MCN) Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul.

<b>Agrupamentos de espécies de <i>Rhinocricus sensu</i> Schubart, 1951</b>		
<b>Espécies</b>	<b>Grupo</b>	<b>Instituição</b>
<i>Rhinocricus insularis</i> Schubart, 1949	I	MZSP
<i>Rhinocricus pugio</i> Brölemann, 1901	I	MZSP
<i>Rhinocricus cachoeirensis</i> Schubart, 1944	I	MZSP
<i>Rhinocricus asper</i> Brolemann, 1902	I	MZSP
<i>Rhinocricus frutalensis</i> Schubart, 1951	I	MZSP
<i>Rhinocricus pagbergi</i> Verhoeff, 1938	I	MCN
<i>Rhinocricus varians</i> Brölemann, 1902	I	MZSP
<i>Rhinocricus civis</i> Schubart, 1951	II	MZSP
<i>Rhinocricus serratus</i> Attems, 1943	II	MCN
<i>Rhinocricus mogyanus</i> Schubart, 1944	II	MZSP
<i>Rhinocricus avanhandave</i> Schubart, 1951	II	MZSP
<i>Rhinocricus serratulus</i> Schubart, 1951	II	MZSP
<i>Rhinocricus jandirae</i> Schubart, 1944	II	MZSP
<i>Rhinocricus moerens</i> Schubart, 1951	II	MZSP
<i>Rhinocricus occidentalis</i> Schubart, 1951	II	MZSP
<i>Rhinocricus moestus</i> Brolemann, 1902	III	MZSP
<i>Rhinocricus divaricatus</i> Schubart, 1951	III	MZSP
<i>Rhinocricus funebris</i> Schubart, 1951	III	MZSP
<i>Rhinocricus sericiventris</i> Brolemann, 1902	III	MZSP
<i>Rhinocricus limbatus</i> Brolemann, 1902	III	MZSP
<i>Rhinocricus wygodzinskyi</i> Schubart, 1951	III	MZSP

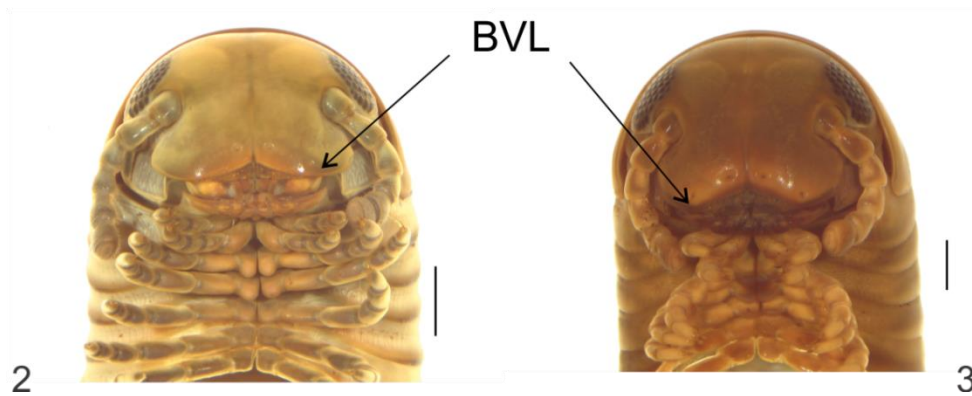
**Tab. 2.** Matriz com 39 caracteres e 30 táxons terminais. Dados não aplicados (-) e desconhecidos (?).

Espécies	Caracteres																																							
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
<i>Poecilocriscus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Argentocriscus cataractarum</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	?	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Argentocriscus</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Rhinocricus (Erythrocriscus) sanguineostriatus</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0
<i>Rhinocricus pugio suspensus</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	2	0	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhinocricus</i> sp.1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
<i>Rhinocricus</i> sp.2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhinocricus</i> sp.3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhinocricus</i> sp.4	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	2	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Rhinocricus insularis</i>	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	2	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Rhinocricus pugio</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	2	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0
<i>Rhinocricus cachoeirensis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	2	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0
<i>Rhinocricus asper</i>	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	2	1	1	0	1	1	0	1	1	2	0	0	1	0	2	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhinocricus frutalensis</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	2	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Rhinocricus padbergi</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhinocricus varians</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	0	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhinocricus civis</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1
<i>Rhinocricus serratus</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	2	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1
<i>Rhinocricus mogyanus</i>	0	0	?	?	?	1	0	0	0	0	2	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhinocricus avanhandavae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	2	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhinocricus serratulus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhinocricus jandirae</i>	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	2	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	2	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhinocricus moerens</i>	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	2	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	2	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhinocricus occidentalis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	2	1	0	1	1	2	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1
<i>Rhinocricus moestus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
<i>Rhinocricus divaricatus</i>	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Rhinocricus funebris</i>	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	2	1	0	0	1	1	?	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhinocricus sericiventris</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Rhinocricus limbatus</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Rhinocricus wygodzinskyi</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0



1

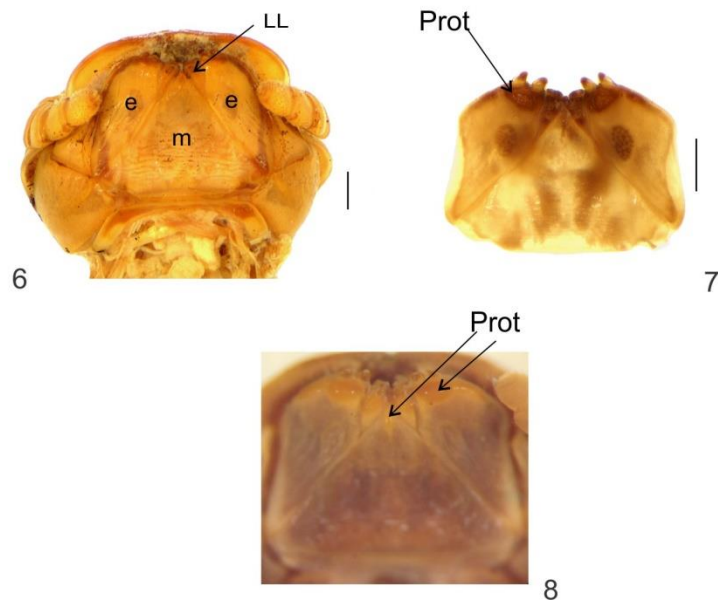
**Fig. 1.** Árvore mais parcimoniosa obtida usando pesos implícitos com valor de  $K=9.105$  (● = sinapomorfia exclusiva, ○ = sinapomorfia homoplástica). Valores de Bremer relativo estão entre parênteses abaixo dos nós. Números entre parênteses ao lado do nome dos táxons terminais representam grupos de espécies *sensu* Schubart, 1951. (1) epiprocto ultrapassando o paraprocto, (2) epiprocto ultrapassando muito pouco o paraprocto, (3) epiprocto não ultrapassando o paraprocto.



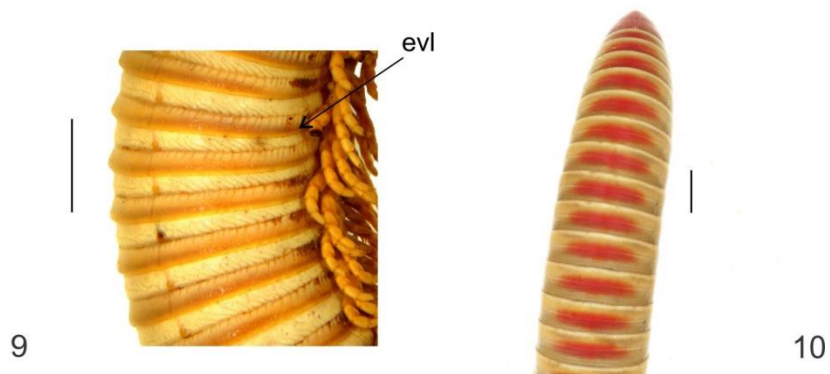
**Figs. 2, 3.** Parte anterior do corpo, vista ventral, demonstrando formato da borda ventral do labrum (BVL). 2. arredondado, *Rhinocricus* sp.3; 3. ponteagudo, *Rhinocricus* sp. 4. Barras= 2mm.



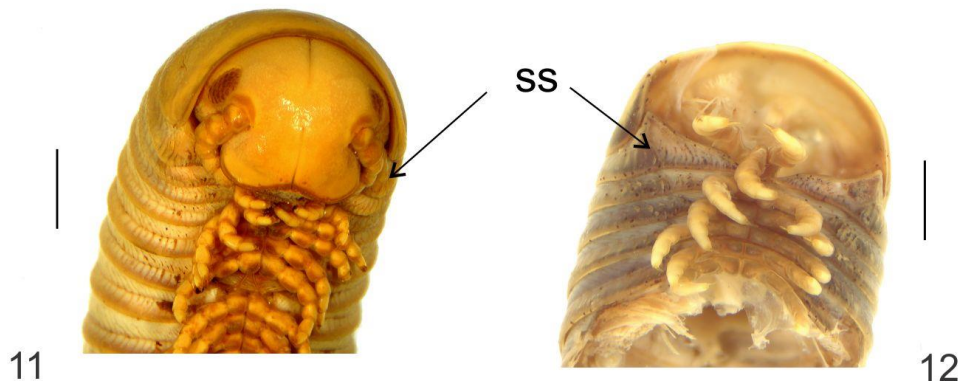
**Figs. 4, 5.** Parte anterior do corpo vista lateral, demonstrando formato das antenas. 4. cilíndricas, *Rhinocricus* sp.2; 5. achatadas, *Rhinocricus* sp. 1. Barras= 2mm.



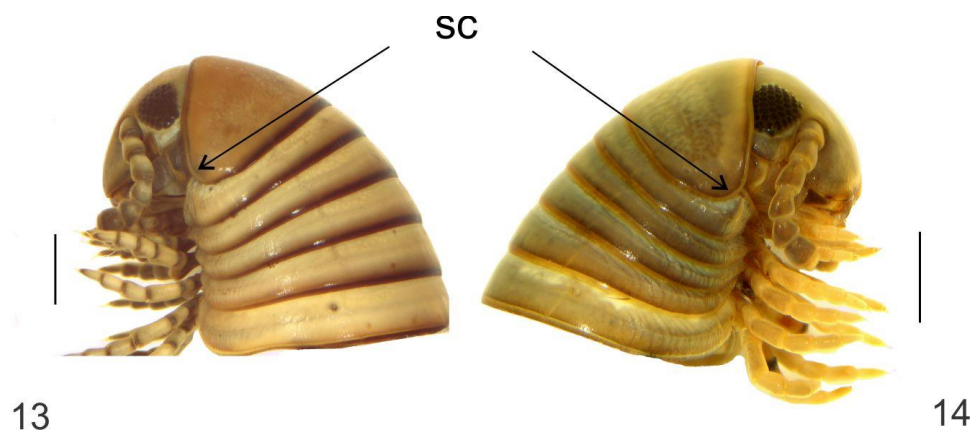
**Figs 6-8.** Gnatoquilário vista ventral, evidenciando suas principais estruturas. 6. Porção apical das estípedes sem presença de protuberância, *Rhinocricus asper*; 7. protuberância com superfície granulada na porção apical das estípedes, *Rhinocricus pugio suspensus*; 8. protuberância com superfície lisa na porção apical das estípedes e protuberância medial apical do mentum, *Rhinocricus serratulus*. Abreviações: (Prot) protuberância (e) estípedes (LL) lamina lingual (m) mentum. Barras= 1mm.



**Figs. 9, 10.** Segmentos do corpo. 9. Segmentos vista lateral, evidenciando presença de estrias ventrolaterais longitudinais, *Rhinocricus asper*. 10. Segmentos vista dorsal, mostrando faixas paralelas vermelhas longitudinal ao longo do corpo, *Rhinocricus (Erythrocriscus) sanguineostriatus*. Abreviações: (evl) estrias ventrolateral longitudinal. Barras= 2mm.

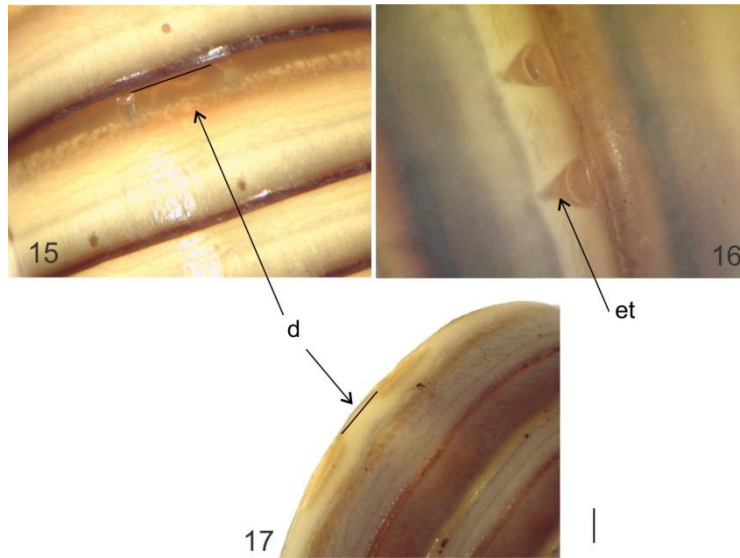


**Figs. 11, 12.** Porção anterior do corpo, vista ventral. 11. Segundo segmento plano, *Rhinoecricus aper*. 12. Segundo segmento escavado, *Rhinoecricus jandirae*. Abreviação: (ss) segundo segmento. Barras= 2mm.

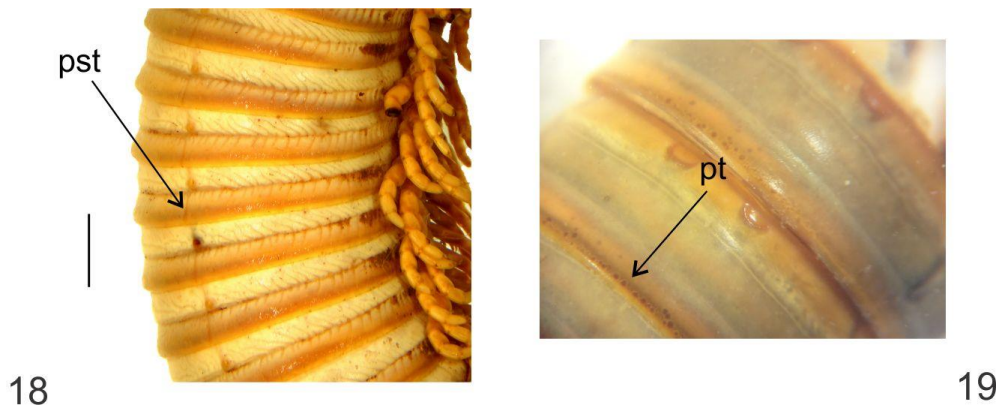


**Figs. 13, 14.** Porção anterior do corpo, vista lateral. 13. Sulco da borda ventrolateral do colum extendida na porção anterior, *R. sp. 3*. 14. Sulco da borda ventrolateral do colum extendida na porção anterior e posterior, *R. sp. 2*. Abreviações: (sc) sulco do colum. Barras= 2mm.

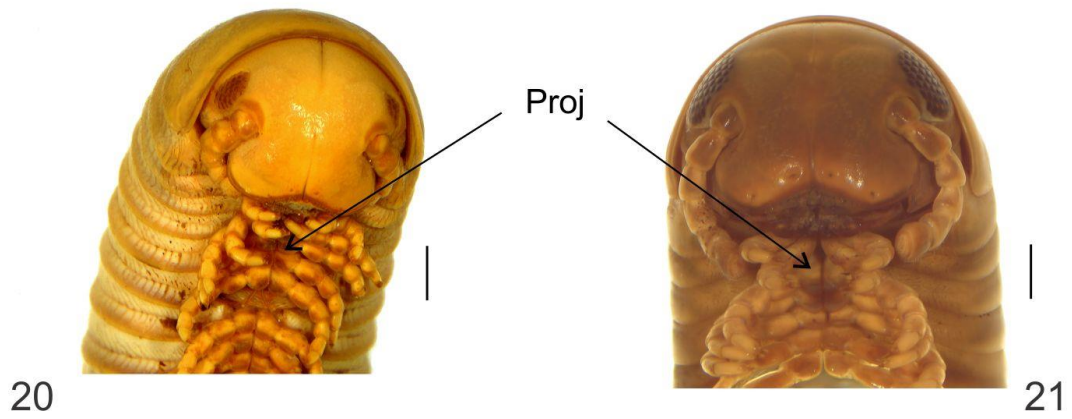




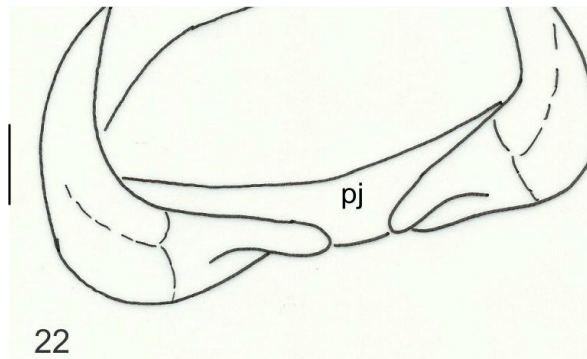
**Figs. 15-17.** Segmentos vista dorsal. 15. Escobinas com formato circular, e a distancia entre elas mais de uma vez sua largura, *Rhinocricus* sp.3. 16. Escobinas com formato côncavo, e presença de estrias transversais, *R. serratulus*. 17. Escobinas com formato alargada e fina, e a distancia entre elas de até uma vez sua largura, *R. funebris*. Abreviações: (d) distancia (et) estrias transversais. Barra= 1mm



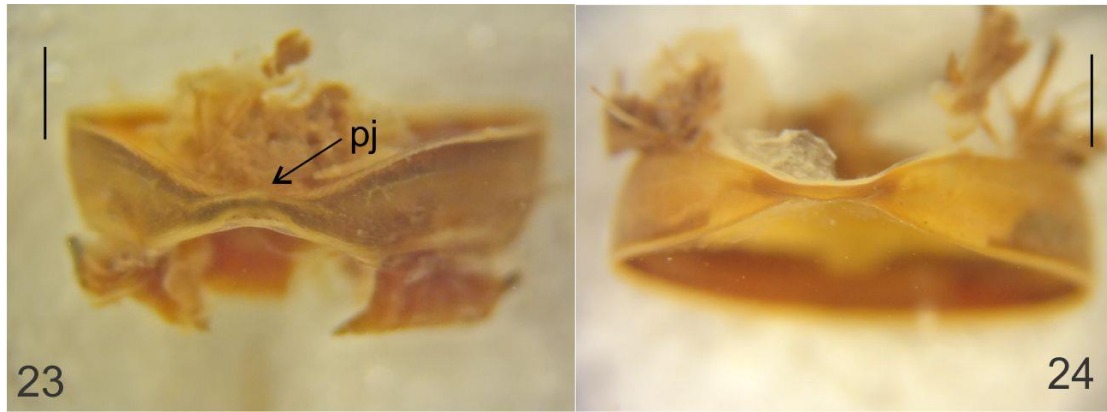
**Figs. 18, 19.** Segmentos do corpo. 18. Pseudosutura longitudinal na porção posterior do ozoporo, *Rhinocricus asper*. 19. Linha de pontilhados na borda dos metazonitos, *Rhinocricus cachoeirensis*. Abreviações: (pst) pseudosutura (pt) pontilhados transversais. Barras= 2mm.



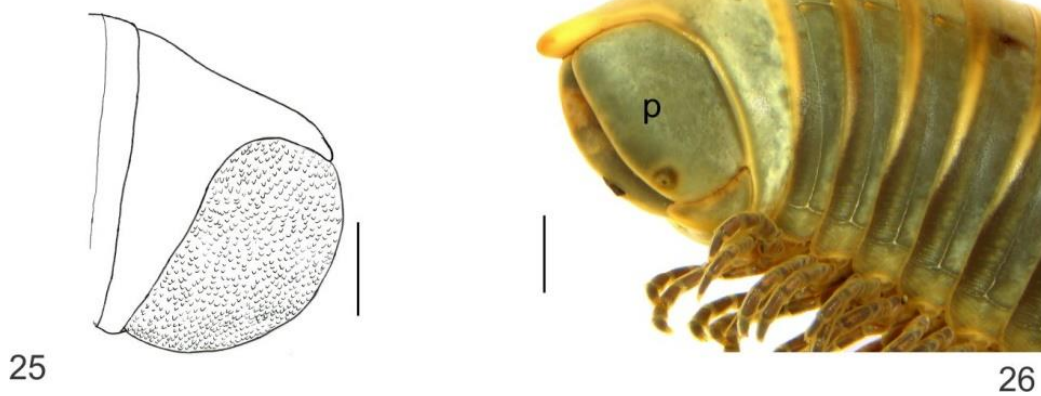
**Figs. 20, 21.** Parte anterior do corpo, vista ventral. 20. Projeções da coxa do par de pernas 3 curto, comprimento com mesma dimensão da sua largura, *Rhinocricus asper*. 21. Projeções da coxa do par de pernas 3 alongado, comprimento até duas vezes sua largura, *Rhinocricus* sp. 4. Abreviações: (Proj) Projeções. Barras= 2mm.



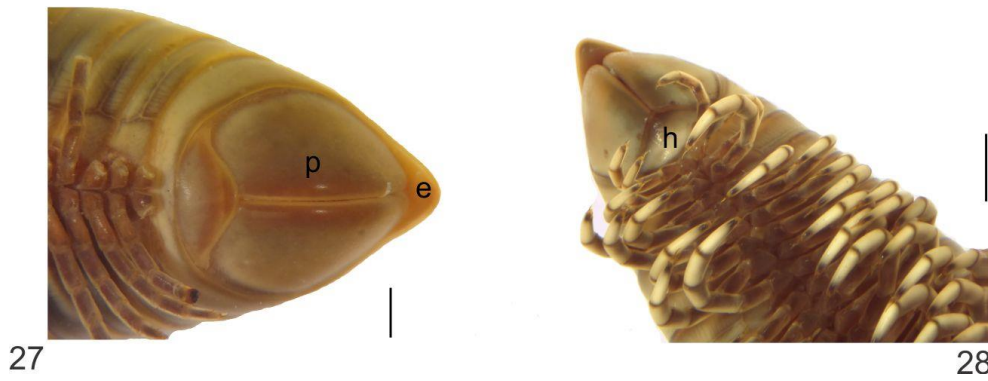
**Figs. 22.** Sétimo segmento, vista ventral, evidenciando o formato do esterno com presença de extensão interior, *Poecilocricus* sp.. Abreviação: (Pj) Projeção. Barras= 1mm.



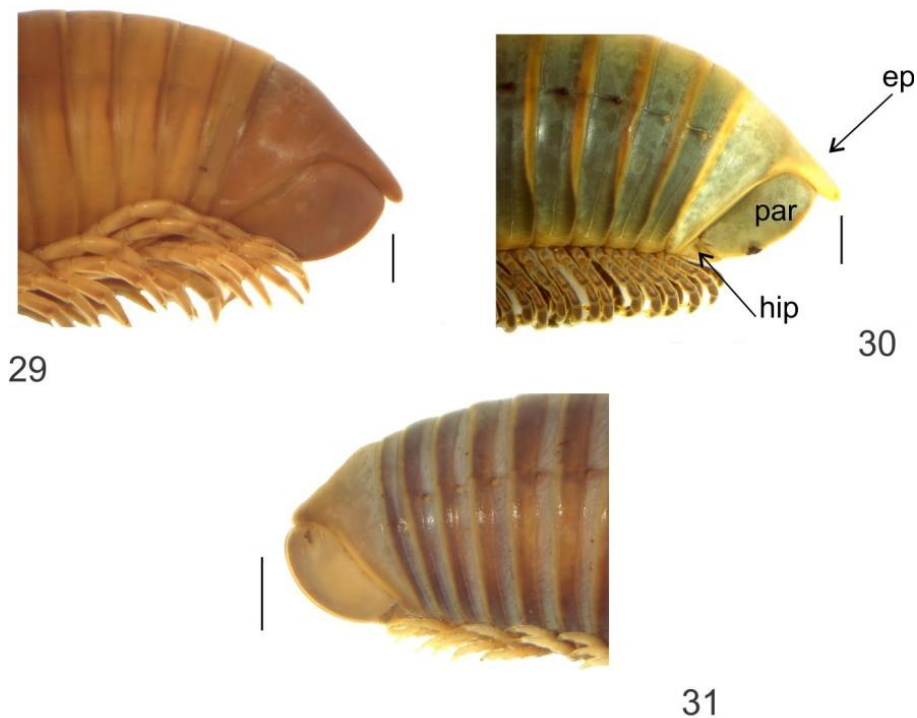
**Figs. 23, 24.** Sétimo segmento, vista ventral, evidenciando o formato do esterno. 23. grosso, 2x o comprimento do segmento, *Rhinocricus moerens*. 24. fino, cabendo mais de 4x o comprimento do segmento, *Rhinocricus serratulus*. Abreviação: (Pj) Projeções. Barras= 1mm.



**Figs. 25, 26.** Telson, vista lateral, demonstrando tegumento do paraprocto. 25. granulado, *Poecilocricus* sp.. 26. liso, *Argentocricus* sp.. Abreviação: (p) paraprocto. Barras= 2mm.



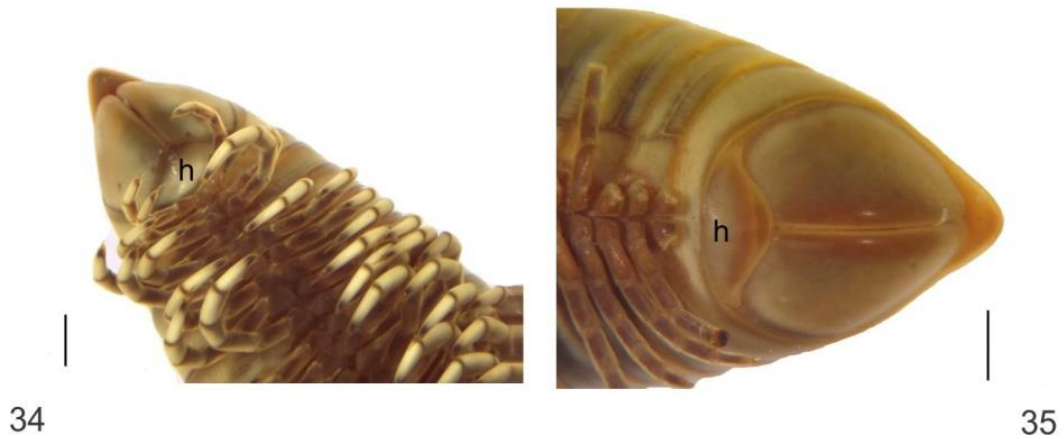
**Figs. 27, 28.** Telson vista ventral. 27. borda ventrolateral do epiprocto se estendendo sobre o paraprocto, *Rhinocricus serratulus*. 28. borda ventrolateral do epiprocto não se estendendo sobre o paraprocto, *Rhinocricus* sp.1. Abreviação: (h) hipoprocto (e) epiprocto (p) paraprocto. Barra= 2mm.



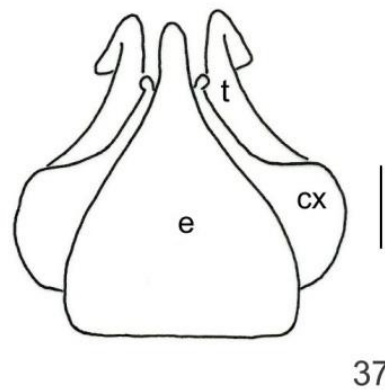
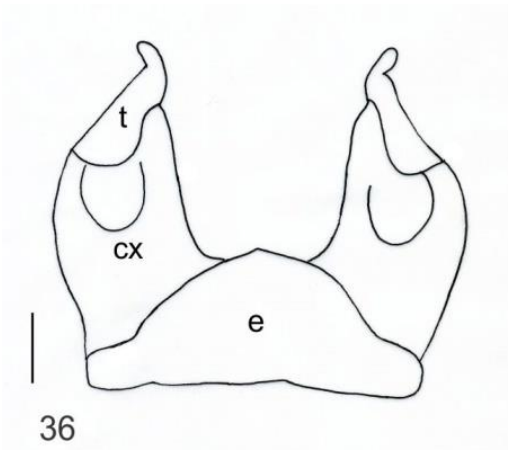
**Figs. 29-31.** Telson vista lateral, evidenciando o comprimento do epiprocto em relação ao paraprocto. 29. ultrapassando muito pouco o paraprocto, *Rhinocricus*. sp. 4. 30. ultrapassando o paraprocto, *A.* sp.. 31. não ultrapassando o paraprocto, *R. funebris*. Abreviações: (ep) epiprocto (par) paraprocto (hip) hipoprocto. Barra= 2mm.



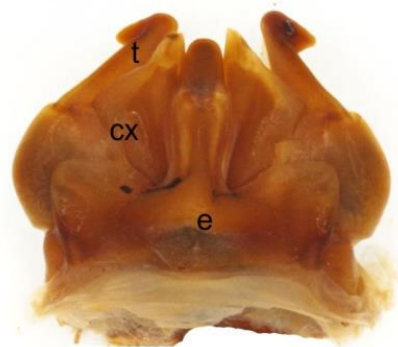
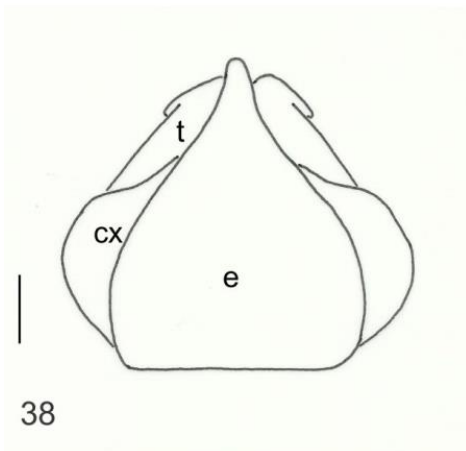
**Figs. 32, 33.** Telson vista ventral. 32. sulco deprimido pré marginal na abertura do paraprocto, *Argentocricus* sp. . 33. abertura do paraprocto sem presença de sulco, *Rhinocricus serratulus*. Abreviação: (p) paraprocto. Barra= 2mm.



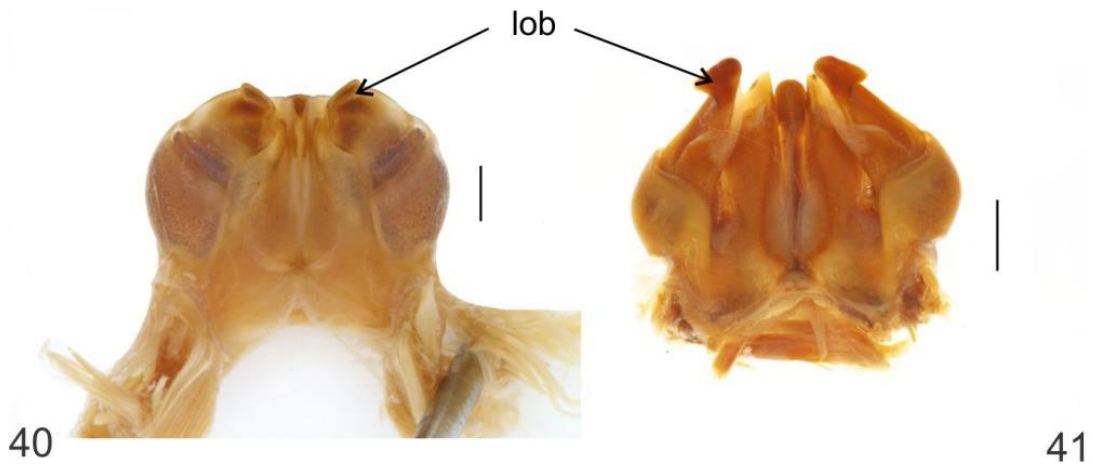
**Figs. 34, 35.** Telson vista ventral, evidenciando o formato do hipoprocto. 34. subtriangular, *Rhinocricus* sp. 1. 35. arredondado, *Rhinocricus serratulus*. Abreviação: (h) hipoprocto. Barra= 2mm.



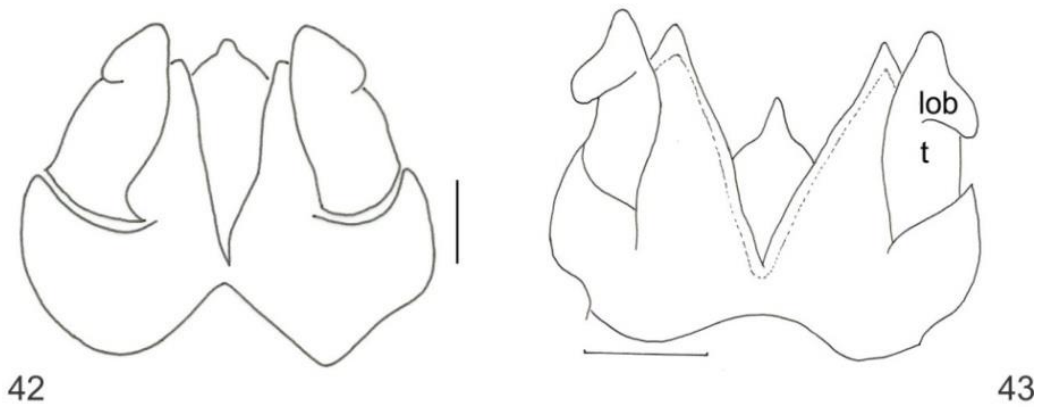
**Figs. 36, 37.** Gonopodio anterior, vista anterior evidenciando a altura do esternito. 36. extremamente baixo em relação ao coxito e telepodito, *Poecilocriscus* sp.. 37. tão longo quanto o coxito e telepodito, *Rhinocriscus* sp. 2. Abreviações: (e) esternito (cx) coxito (t) telepodito. Barra= 1mm.



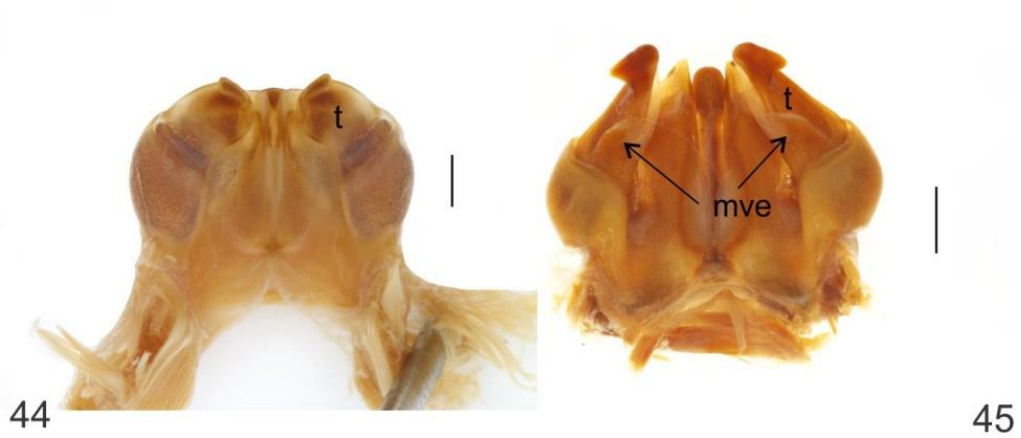
**Figs. 38, 39.** Gonopodio anterior, vista anterior, evidenciando a forma do esternito. 38. subtriangular com ápice não terminando num longo processo, *Rhinocriscus* sp.3. 39. retangular, com presença de protuberância medial e com ápice terminando em um longo processo, *Rhinocriscus cachoeirensis*. Abreviações: (e) esternito (cx) coxito (t) telepodito. Barra= 1mm.



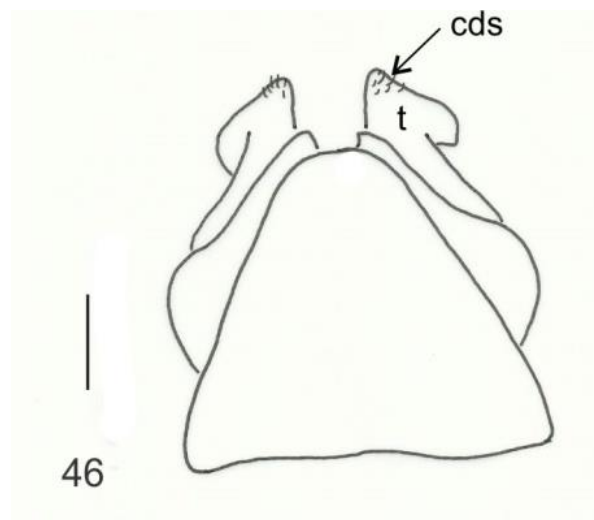
**Figs. 40, 41.** Gonopodio anterior, vista posterior, evidenciando a forma do lóbulo do telepodito. 40. reduzido, *Rhinocricus (Erythrocricus) sanguineostriatus*. 41. desenvolvido, *Rhinocricus cachoeirensis*. Abreviação: (lob) lóbulo. Barra= 1mm.



**Figs. 42, 43.** Gonopodio anterior, vista posterior, evidenciando o formato do lóbulo do telepodito. 42. ápice pouco projetado lateralmente, não terminando em um formato pontiagudo, *Rhinocricus* sp.4. 43. ápice projetado lateralmente, terminando em um formato pontiagudo, *Rhinocricus serratus*. Abreviação: (lob) lóbulo (t) telepodito. Barra= 1mm.

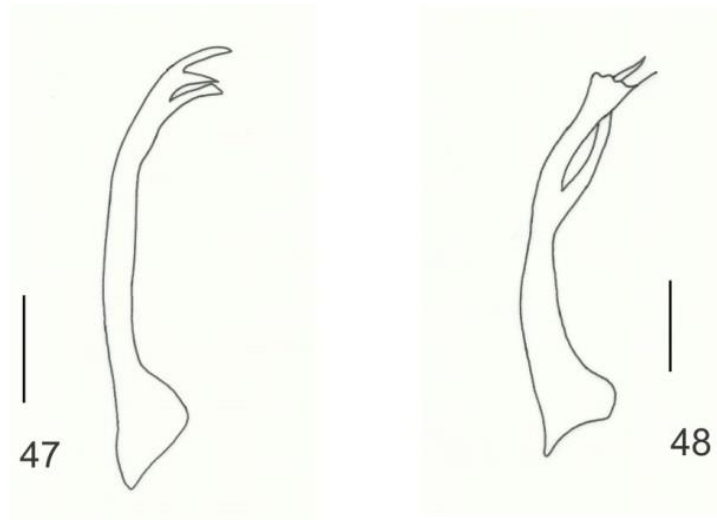


**Figs. 44, 45.** Gonopodio anterior, vista posterior. 44. telepodito curto e grosso, *Rhinocricus (Erythocricus) sanguineostriatus*. 45. telepodito alongado com presença de estrutura mesal vesiculiforme, *Rhinocricus cachoeirensis*. Abreviação: (mve) estrutura mesal vesiculiforme. Barra= 1mm.



**Figs. 46.** Gonopodio anterior, vista anterior, evidenciando presença de cerdas no ápice do telepodite, *Rhinocricus wygodzinskyi*. Abreviação: (t) telepodite (cds) cerdas. Barra= 1mm.





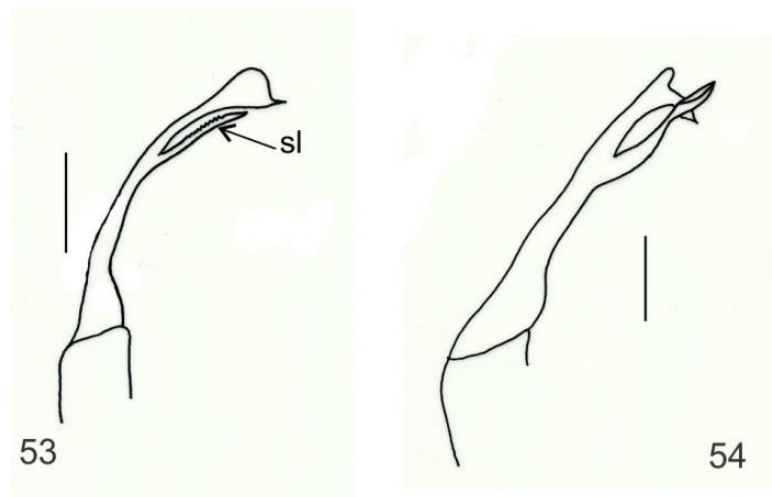
**Figs. 47, 48.** Gonopódio posterior, demonstrando a forma do ápice do telepodito. 47. trifurcado, *Poeciloricus* sp.. 48. bifurcado, *Rhinocricus* sp.4. Barras=1mm.



**Figs. 49, 50.** Gonopódio posterior, demonstrando comprimento da base femoral do telepodito. 49. curta, *R. (Erythocricus) sanguíneostriatatus*. 50. longa, *Rhinocricus* sp.3. Abreviações: (db) bifurcação distal (fb) base femoral. Barras=1mm.



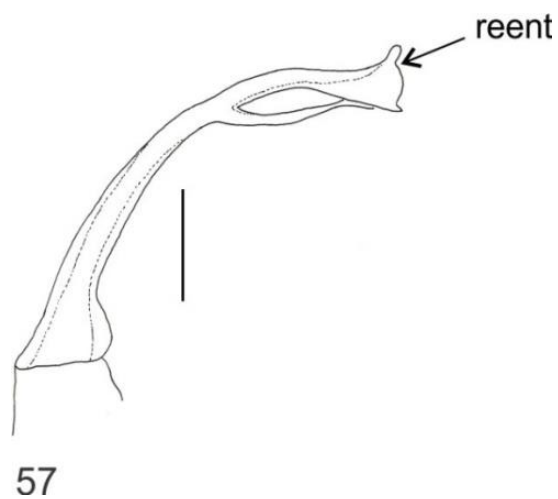
**Figs. 51, 52.** Gonopodio posterior. 51. Comprimento do solenomerito não ultrapassando o tibiotarso, *Rhinocricus asper*. 52. solenomerito ultrapassando o tibiotarso, *R. cachoerensis*. Abreviações: (t) tibiotarso (s) solenomerito. Barras=1mm.



**Figs. 53, 54.** Gonopodio posterior. 53. Borda interna do solenomerito serrilhada, *Rhinocricus limbatus*. 54. ápice do solenomerito em forma de concha, *R. civis*. Abreviações: (sl) solenomerito. Barras=1mm.



**Figs. 55, 56.** Gonopodio posterior, demonstrando o formato do tibiotarso. 55. lamelado, *Rhinocricus asper*. 56. pseudolamelado com ápice bifurcado, *Rhinocricus* sp.1. Barras=1mm.



**Fig. 57.** Gonopodio posterior de *Rhinocricus serratus*, mostrando a reentrância na porção ectal do ápice do tibiotarso. Abreviação: (reent) reentrância. Barras=1mm.

## Apêndice I

### Lista de caracteres

A seguir é apresentada uma lista de caracteres e seus estados, contendo informações de valores de *fit* e passos extras de cada caráter, aqueles no qual os valores não são apresentados são caracteres autopomorficos.

1. Formato borda ventral do labrum: pontiagudo (0); arredondado (1). (0.46770; 8). Figs. 2, 3.
2. Formato das antenas: cilíndricas (0); achatadas (1). (0.9896; 1). Figs. 4, 5.
3. Porção apical das estípedes do gnatoquilário: com presença de uma protuberância (0); sem presença de protuberância (1). (0.35448; 5). Figs. 6,7.
4. Superfície da porção distal das estípedes do gnatoquilario: lisa (0); granulada (1). (0.0000; 0) . Figs. 7, 8.
5. Protuberância na porção medial apical no mentum do gnatoquilario: ausente (0); presente (1). (0.46770; 8) . Fig. 8.
6. Estrias ventrolateral longitudinal nos segmentos: presente (0); ausente (1). (0.35448; 5). Fig. 9.
7. Faixas paralelas longitudinais dorsais na cor vermelha ao longo do corpo: ausente (0); presente (1). Fig. 10.
8. Forma ventral do segundo segmento: plano (0); escavado (1). (0.18010; 2). Figs. 11, 12.
9. Sulco na borda ventrolateral do colum: presente na porção anterior (0); presente na porção anterior e posterior (1); ausente (2). (0.39722; 6). Figs. 13, 14.
10. Estrias transversais na porção posterior à escobina: presente (0); ausente (1). (0.30523; 4). Fig. 16.
11. Formato da escobina: semicircular (0); concavo (1); alongada e fina (2). (0.35448; 5). Figs. 15-17.
12. Distancia entre as escobinas: mais de uma vez a sua largura (0); até uma vez sua largura (1). (0.35448; 5) Figs. 15, 17.
13. Pseudosutura longitudinal na porção posterior do ozoporo: ausente (0); presente (1). (0.35448; 5). Fig. 18.
14. Linha de pontilhados na borda dos metazonitos: ausente (0); presente (1). (0.09896; 1). Fig. 19.
15. Formato das projeções nas coxas do par de pernas 3: alongado, comprimento duas vezes sua largura (0); curto, comprimento com mesmo comprimento da sua largura (1). (Modificado de Pitz & Sierwald, 2010 caráter 25 e Wesener et al. 2008 caráter 30). (0.43465; 7). Figs. 20, 21.
16. Esterno do sétimo segmento com extensões interiores: presente (0); ausente (1). Fig. 22.

17. Comprimento do processo no esterno do sétimo segmento: grosso, 2x o comprimento do segmento (0); fino, cabendo mais de 4x o comprimento do segmento (1). (0.24783; 3). Figs 23, 24.
18. Tegumento do paraprocto: granulado (0); liso (1). Figs 25, 26.
19. Borda ventrolateral do epiprocto vista ventral: se estendendo sobre o paraprocto (0); não se estendendo sobre o paraprocto (1). (0.35448; 5). Figs 27, 28.
20. Comprimento do dorso do epiprocto em relação ao paraprocto: não ultrapassando o paraprocto (0); ultrapassando muito pouco o paraprocto (1); ultrapassando o paraprocto (2). (Modificado de Pitz & Sierwald, 2010 caráter 22 e Wesener et al. 2008 caráter 32). (0.52342; 10) Figs 29 - 31.
21. Sulco pré-marginal na abertura do paraprocto: não deprimido (0); deprimido (1). (0.09896; 1). Figs 32, 33.
22. Forma do hipoprocto: subtriangular (0); arredondado (1). (0.46770; 8). Figs. 34, 35.
23. Altura do esternito do gonopodio anterior, vista anterior: extremamente baixo em relação ao coxito e telepodito (0); tão longo quanto o coxito e telepodito (1). Figs. 36, 37.
24. Forma do esternito do gonopodio anterior, vista anterior: subtriangular com ápice não terminando num longo processo (0); retangular e com ápice terminando em um longo processo (1). (0.00000; 0). Figs. 38, 39.
25. Altura do ápice do esternito do gonopodio anterior, vista anterior, em relação ao coxito e telepodito: não ultrapassando o coxito (0); ultrapassando o coxito (1); mesma altura (2). (0.35448; 5). Figs. 38, 39.
26. Lóbulo do telepodito do gonopodio anterior, vista posterior: reduzido (0); desenvolvido (1). (0.00000; 0). Figs. 40, 41.
27. Formato do lóbulo do telepodito do gonopodio anterior, vista posterior: ápice pouco projetado lateralmente, não terminando em um formato pontiagudo (0); ápice projetado lateralmente, terminando em um formato pontiagudo (1). (0.43465; 7). Fig. 42, 43.
28. Forma do telepodito do gonopodio anterior, vista posterior: alongado (0); curto e grosso (1). Figs. 44, 45.
29. Cerdas no ápice do telepodito do gonopodio anterior, vista anterior: ausente (0); presente (1). (0.00000; 0). Fig. 46.
30. Estrutura mesal vesiculiforme do telepodito do gonopodio anterior, vista posterior: ausente (0); presente (1). (0.18010; 2). Fig. 45.
31. Protuberância medial no esternito do gonopodio anterior, vista anterior: ausente (0); presente (1). (0.09896; 1). Fig. 39.
32. Forma do ápice do gonopodio posterior: trifurcado (0); bifurcado (1). Figs. 47, 48.

33. Comprimento da base femoral do telepodito do gonopodio posterior: longa quase 2x o comprimento da bifurcação distal (0); curta, até 1x o comprimento da bifurcação distal (1). (0.30523; 4). Figs. 49, 50.
34. Altura do solenomerito, em relação ao tibiotarso do gonopodio posterior: curto, não ultrapassando o tibiotarso (0); longo, ultrapassando o tibiotarso (1). (0.39722; 6). Fig. 51, 52.
35. Borda mesal do solenomerito: lisa (0); serrilhada (1). (0.09896; 1). Fig. 53.
36. Formato do ápice do solenomerito do gonopodio posterior: normal (0); em forma de concha (1). (0.00000; 0). Fig. 54.
37. Forma do tibiotarso do gonopodio posterior: dilatado (0); pseudodilatado e porção distal bifurcado (1). (0.09896; 1). Figs. 55, 56.
38. Formato do tibiotarso: porção distal reta na mesma direção que o solenomerito (0); porção distal dobrada por cima do solenomerito (1). Fig. 49,50.
39. Forma do ápice ectal do tibiotarso do gonopodio posterior: sem reentrância (0); com reentrância (1). (0.18010; 2). Fig. 57.

## CAPÍTULO 2

Normas editoriais: Zootaxa

Situação: Submetido

### **Four new species of the millipede genus *Rhinocricus* Karsch, 1881 (Spirobolida: Rhinocricidae)**

PATRÍCIA E. S. RODRIGUES<sup>1,2\*</sup> EVERTON N. L. RODRIGUES<sup>3</sup> & RICARDO OTT<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Museu de Ciências Naturais, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. Rua Dr. Salvador França, 1427, 90690-000, Porto Alegre, RS, Brazil*

<sup>2</sup>*Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, Programa de Pós-graduação em Biologia Animal, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Avenida Bento Gonçalves, 9500, Bloco IV, Prédio 43435, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brazil*

<sup>3</sup>*Laboratório de Diversidade e Sistemática de Arachnida, Programa de Pós-graduação em Biologia, Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, Av. Unisinos, 950, São Leopoldo, RS 93022-000, Brazil*

*\*Corresponding author. E-mail: patiesilva@yahoo.com.br*

#### **Abstract**

The genus *Rhinocricus* Karsch, 1881 currently includes 65 species described or registered from Brazil. In this paper, four new species of genus *Rhinocricus* are described and illustrated: *R. sooretama* **sp. nov.**, *R. bifurcus* **sp. nov.**, *R. montenegrenses* **sp. nov.**, and *R. fortaleza* **sp. nov.**.

**Key words:** Diplopoda, Millipedes, Neotropical, new species, taxonomy

#### **Introduction**

The family Rhinocricidae Brölemann, 1913, currently, it is divided among 30 genera and more than 500 species described (Marek et al. 2003). Members of this family are distributed from South America, Central America, North America, West Indies, Australia, Oceania, Southeast Asia and Taiwan (Enghoff et al. 2015). Rhinocricidae are

recognized by often with presence of scobinae (dorsal depressions on the prozonites), head always with 2 + 2 setiferous foveolae, anterior gonopod with large triangular sternite, base of sternite with tracheosclerites and straight and large sternal apodemes, anterior gonopod with large coxal apodeme, apodeme of posterior gonopods in same axis as gonopod, posterior gonopod simple, coxa and telopodite fused and in same line, telopodite slender, often flagelliform, posterior gonopods only connected by tissue and some species can spray their defence secretions. Wide range of body sizes (18-200 mm) (Enghoff et al. 2015).

Most of the Rhinocricidae species was described from Brazil in the genus *Rhinocricus* Karsch, 1881. Of the 65 species known to Brazil, most were described by Otto Schubart (Schubart, 1944; 1951; 1962). This genus is the largest in the family, currently has 207 species described and distributed mainly by the American continent (Enghoff et al. 2015). The genus is characterized by the presence of scobinae (depressions in distal portion of prozonit), shape of gonopods and numerous sensory cones in the tip antennae. In this paper we described and illustrated four new species of *Rhinocricus* from Brazil.

## **Material and Methods**

The examined material belongs to the Myriapoda collection of the Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (MCN, curator: R. Ott) in Porto Alegre, Brazil and Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP, curator: R. Pinto-da-Rocha) São Paulo, Brazil. The specimens are preserved in 80% ethanol. For the examination of somatic characters, measurements and illustrations of the gonopods we used a stereomicroscope with a measuring eyepiece and a coupled drawing attachment. The photographs were made with a Motic SMZ168 camera coupled to the stereomicroscope and software “Motic Moticam Pro 2500 digital imaging system”. Helicon Focus, 6.7.1 for photographs. For edition of images we used CorelDRAW Graphics Suite X5. Terminology used to describe male gonopodal structures is taken from Schubart (1951) and Bond & Marek (2003). All measurements are in millimeters. Coloration refers to preserved material, unless noted. Type specimen is deposited at the Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica (MCN).



## Taxonomy

### Order Spirobolida

#### Suborder Rhinocricidea Brölemann, 1913

#### Family Rhinocricidae Brölemann, 1913

#### Genus *Rhinocricus* Karsch, 1881

#### *Rhinocricus sooretama* sp. nov.

(Figs. 1-5)

**Types.** Holotype male from Sooretama, 19°11'49"S, 40°05'52"W, Espírito Santo, Brazil, 24.II.2011, A. Fabian *leg.* (MCN 1178). Paratypes: nine males and eight female, same data as the holotype (MCN 1179).

**Etymology.** The specific name is a noun in apposition, taken from the type locality.

**Diagnosis.** The species is very like the other species of *Rhinocricus sooretama* sp. nov. differs from the others species of genus by the shape of the sternite of the anterior gonopod (Fig. 1), relatively large, with distal end with a projection rounded (Fig.1).

**Description.** Male, holotype (Figs. 4, 5). With 64 segments. Length 76. Width 6. Clypeus and labrum yellowish-brown and clypeus with spaced 2-2 supra-labial setae. Antennae yellowish brown with numerous sensory cones on the tip. Prozonites yellowish brown; metazonites brown with yellowish posterior margins. Ocelli black, arranged in six rows. Ozopores little evident beginning at the sixth segment. Scobinae short semicircle beginning at sixth segment. Legs yellowish-brown with elongated coxae at third and fourth pairs of legs. Telson (Fig. 5) brown with epiproct elongated surpassing very little the paraproct. Hypoproct short with semicircle shape. Anterior gonopod (Figs. 1, 2). With subtriangular sternite, longer than wide, with distal rounded. Sternite shorter than telepodite, but longer than coxite. Coxite with little evidence lobe, shorter than telepodite which has a not evident distal lobe.

Posterior gonopod (Fig.3). Solenomere rounded distally, longer than tibiotsarsus. Tibiotsarsus lamellate, externally with needle shape internally rounded.

Female, paratype. As the male unless noted. With 59 segments. Length 81. Width 7. Coloration lighter than in male. Labrum with 12-12 setae. First ozopore located below the line of others.

**Distribution.** Known only from the type locality (Sooretama, state of Espírito Santo, Brazil).

***Rhinocricus bifurcatus* sp. nov.**

(Figs. 6-10)

**Types.** Holotype male from Foz do Iguaçu, S 25°32'50.1", W54°34'44.0", Paraná, Brazil, 09-11.XI.1991, A. B Bonaldo *leg.* (MCN 301). Paratypes: one male and one female from Tenente Portela, S27°22'16", W53° 45' 30", Rio Grande do Sul, Brazil, 29.XI.1978, H. Bischoff *leg.* (MCN 137).

**Etymology.** The specific epithet is Latin and refers to the bifurcate shape of tibiotsarsus of posterior gonopod.

**Diagnosis.** The species is similar *R. moestus* Brölemann, 1902 and *R. divaricatus* Schubart, 1951, but differs by the shape of the sternite of the anterior gonopod (Fig. 6), antennae is flattened and telson with epiproct elongated surpassing the paraproct.

**Description.** Male, holotype (Figs. 9, 10). With 56 segments. Length 65. Width 6. Clypeus and labrum brown and clypeus with spaced 2-2 supra-labial setae. Antennae flattened brown with numerous sensory cones on the tip, the three last antennomeres with some setae. Prozonites grizzly; metazonites brown with yellowish- brown posterior margins. Ocelli black, arranged in seven rows. Ozopores evident beginning at the sixth segment and in the posterior portion of the body dark. Scobinae short semicircle beginning at sixth segment. Legs brown with elongated coxae at third and fourth pairs of legs. Telson (Fig. 10) brown with epiproct elongated surpassing the paraproct. Hypoproct short with semicircle shape.

Anterior gonopod (Figs. 6,7). With subtriangular sternite, longer than wide, with distal rounded. Sternite shorter than coxite and telepodite. Coxite wide with internal obtuse lobe, longer than telepodite which has a little distal lobe.

Posterior gonopod (Fig. 8). Solenomere rounded distally, longer than tibiotarsus. Tibiotarsus lamellate, with forked distal portion small, externally rounded and internally with sharp and projecting distal end.

Female, paratype. As the male unless noted. With 57 segments. Length 78. Width 7. Coloration lighter than in male. Labrum with 12-12 setae. Ocelli in five rows. First ozopore located below the line of others.

**Distribution.** Known from Southern Brazil (Foz do Iguaçu, states of Parana and Tenente Portela, state of Rio Grande do Sul).

***Rhinocricus montenegrenses* sp. nov.**

(Figs. 11- 14)

**Types.** Holotype male from Montenegro, S29°41'19", W51°27'40", Rio Grande do Sul, Brazil, 11.VIII.1977, V. Pitoni *leg.* (MCN 0098). Paratypes: two males and three females same data as the holotype (MCN 0099).

**Etymology.** The specific name is a noun in apposition, taken from the type locality.

**Diagnosis.** *Rhinocricus montenegrenses* sp. nov. differs from the others species of genus by the shape of the sternite of the anterior gonopod (Fig. 13) and shape of posterior gonopod (Fig. 12).

**Description.** Male, holotype (Figs. 13, 14). With 52 segments. Length 58. Width 5. Clypeus and labrum lightbrown and clypeus with spaced 2-2 supra-labial setae. Antennae lightbrown with numerous sensory cones on the tip. Prozonites and metazonites brown with yellowish- brown posterior margins. Ocelli black, arranged in seven rows. Ozopores evident beginning at the sixth segment and in the posterior portion of the body dark. Scobinae short semicircle beginning at sixth segment. Legs brown with elongated coxae at third and fourth pairs of legs. Telson (Fig. 14) brown

with epiproct elongated surpassing little the paraproct. Hypoproct short with semicircle shape.

Anterior gonopod (Fig. 13). With subtriangular sternite, longer than wide, with distal rounded. Sternite longer than coxite and shorter than telepodite. Coxite wide with evidence lobe, shorter than telepodite and sternite which has a little distal lobe rounded.

Posterior gonopod (Fig. 12). Solenomere rounded distally, shorter than tibiotarsus. Tibiotarsus lamellate, with quadrate tip.

Female, paratype. As the male unless noted. With 53 segments. Length 56. Width 5. Coloration lighter than in male. Labrum with 12-12 setae. Ocelli in seven rows. First ozopore located below the line of others.

**Distribution.** Known only from the type locality (Montenegro, state of Rio Grande do Sul, Brazil).

***Rhinocricus fortaleza* sp. nov.**

(Figs. 15- 20)

**Types.** Holotype male from Cambará do Sul, Parque Nacional de Aparados da Serra, S29°11'30", W50° 5'51", Rio Grande do Sul, Brazil, 09.I.1976, A. A. Lise *leg.* (MCN 0007). Paratypes: three males and four females same data as the holotype (MCN 0008).

**Etymology.** The specific name is a noun in apposition, taken from the type locality.

**Diagnosis.** *Rhinocricus fortaleza* sp. nov. differs from all other species of the genus in the shape of the sternite of the anterior gonopod that is thin elongated and tip pointed (Fig.15).

**Description.** Male, holotype (Figs. 18-20). With 61 segments. Length 62. Width 7. Clypeus and labrum yellowish-brown and clypeus with spaced 2-2 supra-labial setae. Antennae yellowish-brown with numerous sensory cones on the tip, three last antennomeres with some setae. Prozonites and metazonites yellow, but posterior margins of metazonites yellowish-brown. Ocelli black, arranged in seven rows. Ozopores evident beginning at the sixth segment and in the posterior portion of the body dark.

Scobinae short semicircle beginning at sixth segment. Legs yellow with short coxae projected at third and fourth pairs of legs. Telson (Fig. 20) yellow with epiproct elongated surpassing the paraproct. Hypoproct with semicircle shape.

Anterior gonopod (Figs. 15, 16). With subtriangular sternite, longer than wide, with distal rounded. Sternite longer than coxite and telepodite. Coxite with no evidence lobe, shorter than telepodite.

Posterior gonopod (Fig. 17). Solenomere rounded distally, shorter than tibiotarsus. Tibiotarsus lamellate rounded externally rounded and internally with shorter sharp and projecting distal end.

Female, paratype. As the male unless noted. With 62 segments. Length 64. Width 7. Coloration lighter than in male. Labrum with 12-12 setae. Ocelli in seven rows. First ozopore located below the line of others.

**Distribution.** Known only from the type locality (Cambará do Sul, state of Rio Grande do Sul, Brazil).

### **Acknowledgements**

This study was supported by CAPES (P.E.S.Rodrigues). We thank to Ricardo Pinto-da-Rocha (MZUSP) for providing type material for examination.

### **References**

“Normas aos autores” <http://www.mapress.com/j/zt/about/submissions#authorGuidelines>

Bond, J.E. & Marek, P.E. (2003) Rhinocricidae Systematics I: The taxonomic placement of the species of *Zipyge* Chamberlin, 1925 and *Oxygydes* Chamberlin, 1922 (Diplopoda: Spirobolida: Rhinocricidae: Oxygyginae). *Zootaxa*, 292, 1-8.

Brölemann, H.W. (1901). Myriapodes du Musee de Sao Paolo. *Revista Museu Paulista*, 5, 1–10.

Enghoff, E., Golovatch, S. I., Short, M., Stoev, P. & Wesener, T. (2015) Diplopoda-Taxonomic overview. In: Minelli, A. (Ed.), *Treatise on Zoology – Anatomy, Taxonomy, Biology. The Myriapoda. Vol. 2.* (pp. 363-455). Brill, Leiden, Boston.

Karsch, F. (1881) Neue Juliden des Berliner Museums, als Prodrömus einer Juliden-Monographie. *Zeitschrift für die Gesamten Naturwissenschaften, Leipzig, Stuttgart*, 54, 1-78.

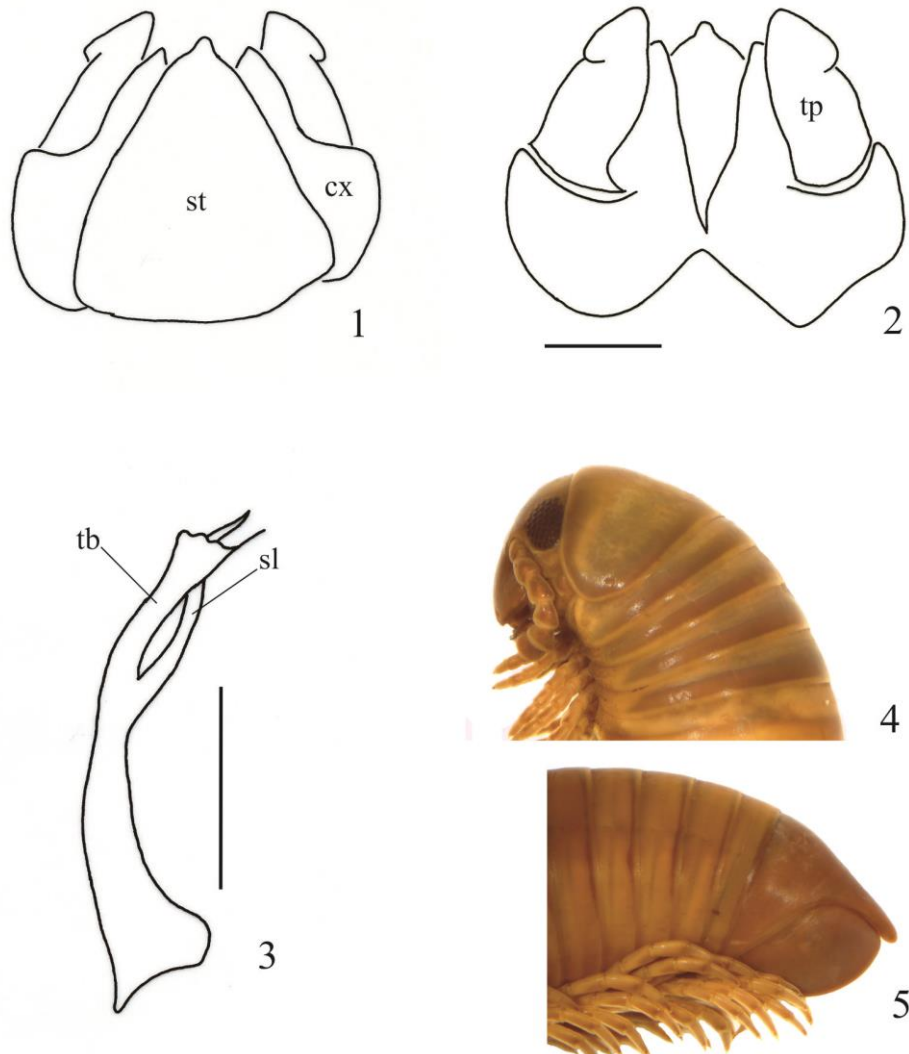
Marek, P.E.; Bond, J.E. & Sierwald, P. (2003) Rhinocricidae Systematics II: The species catalog of the Rhinocricidae (Diplopoda: Spirobolida) with synonymies. *Zootaxa*, 308, 1-108.

Schubart, O. (1944) Os Diplopodos do Pirassununga. *Acta Zoologica Lilloana*, 2, 321–440.

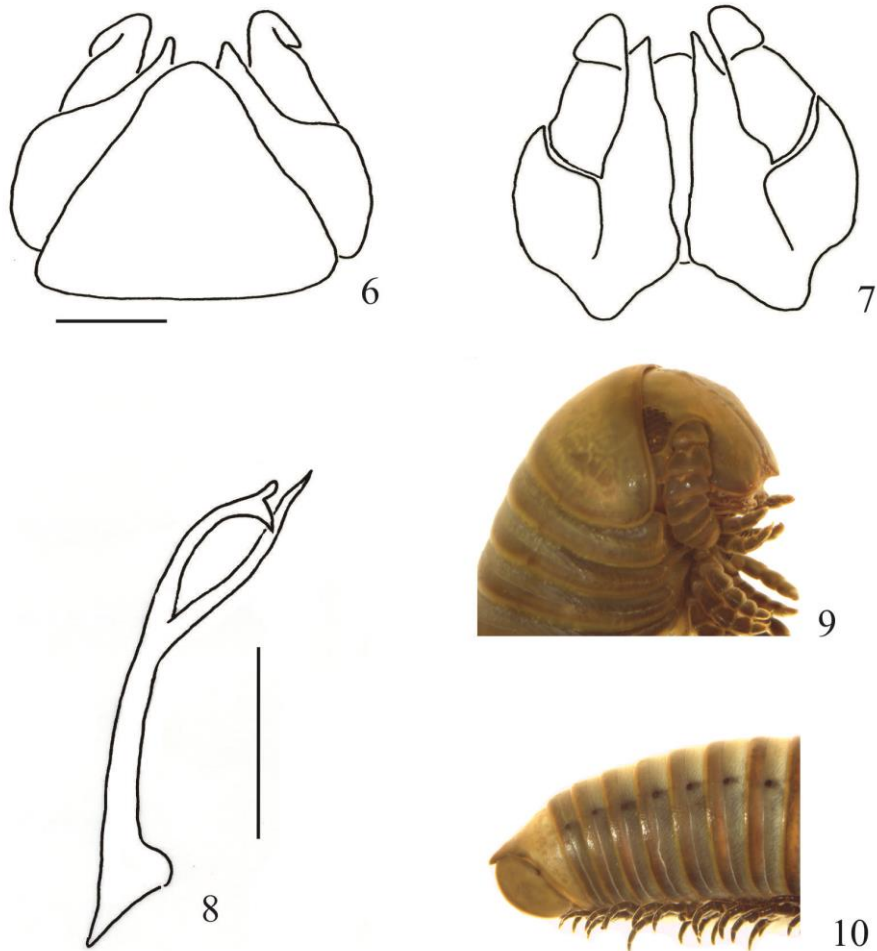
Schubart, O. (1951) Contribution for the fauna of the state of São Paulo. II. Rhinocricidae (Opisthospermophora, Diplopoda). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 23, 221-275.

Schubart, O. (1962b). Novas espécies brasileiras da Família Rhinocricidae (Diplopoda, Opisthospermophora). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 34, 69–87.

## Figures

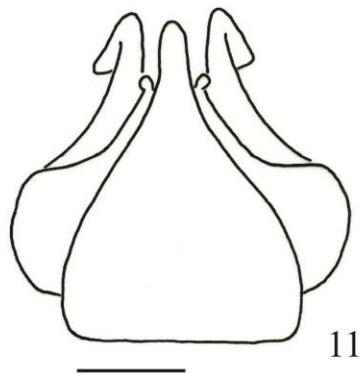


**FIGURES 1-5.** *Rhinocricus sooretama* sp. nov. 1-2, anterior gonopod. 1, anterior view. 2, posterior view. 3, posterior gonopod. 4-5, holotype, lateral view. 4, anterior segments. 5, posterior segments (cx, coxite; st, sternite; slm, solenomere; tp, telepodite; tb, tibiotarsus). Scale bar = 1.0 mm (Figs. 1-3).



**FIGURES 6-10.** *Rhinocricus bifurcatus* **sp. nov.** 6-8, anterior gonopod. 6, anterior view. 7, posterior view. 8, posterior gonopod. 9-10, holotype lateral view. 9, anterior segments. 10, posterior segments. Scale bar = 1.0 mm (Figs. 6-8).

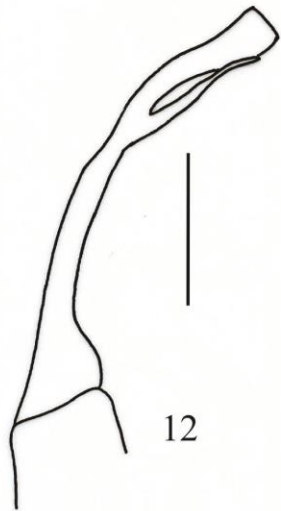




11



13

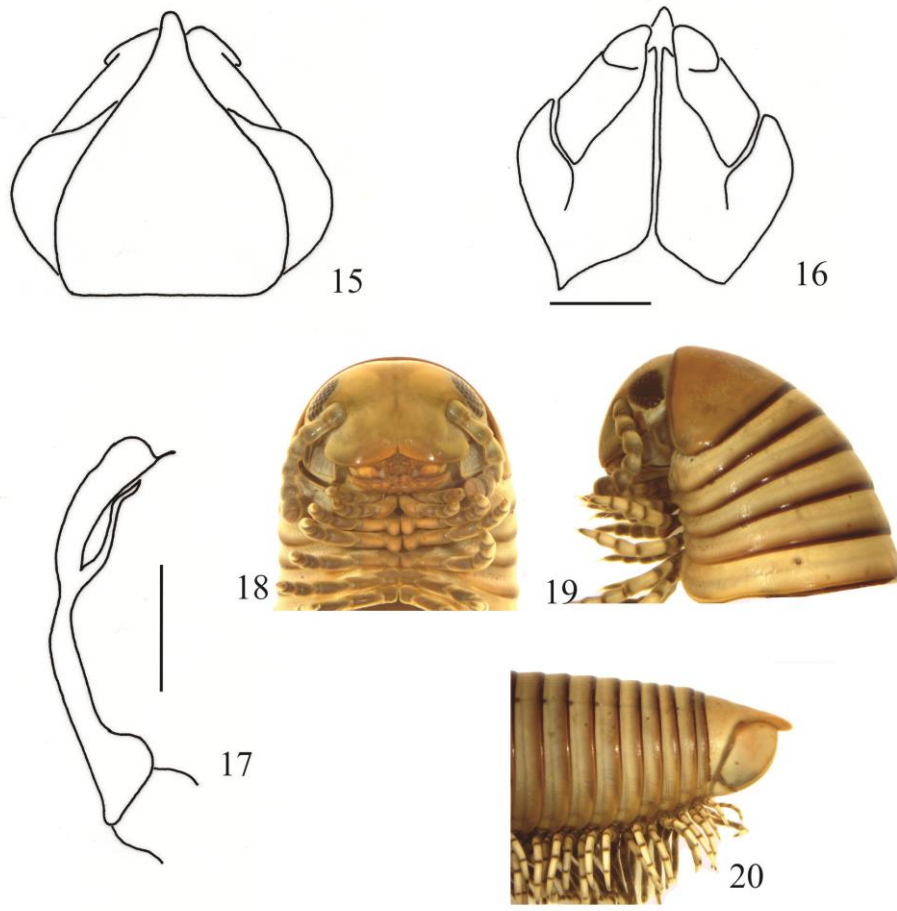


12



14

**FIGURES 11-14.** *Rhinocricus montenegrensis* **sp. nov.** 11-12, anterior gonopod. 11, anterior view. 12, posterior gonopod. 13-14, holotype, lateral view. 13, anterior segments. 14, posterior segments. Scale bar = 1.0 mm (Figs. 11-12).



**FIGURES 15-20.** *Rhinocricus fortaleza* sp. nov. 15-17, anterior gonopod. 15, anterior view. 16, posterior view. 17, posterior gonopod. 18-20, holotype. 18, ventral view. 19, anterior segments. 20, posterior segments. Scale bar = 1.0 mm (Figs. 15-17).

## Considerações Finais

Este trabalho contribuiu para a ampliação da distribuição de *Rhinocricus* a partir da descrição de quatro novas espécies. Conforme o resultado obtido a partir da hipótese filogenética, concluí-se que o caráter até então utilizado para a separação dos grupos de espécies previamente propostos para *Rhinocricus*, não é apropriado, sendo que os grupos formados são artificiais. Futuros estudos são necessários na tentativa de comprovar mudanças na classificação de *Rhinocricus (Erythocricus) sanguineostriatus* propondo possivelmente a elevação do subgênero a gênero, e um correto posicionamento para a espécie *Argentocricus cataractarum*, estudos que incluam mais representantes deste subgênero e gênero. A análise filogenética aqui apresentada foi a primeira a utilizar representantes do gênero, possibilitando um avanço no conhecimento dos relacionamentos entre espécies, e disponibilizando caracteres para agregar futuros estudos de filogenia do grupo.