

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS DE BOTUCATU

Gilmar Perbiche Neves

Copépodes planctônicos (Crustacea, Calanoida e Cyclopoida) em reservatórios e trechos lóticos da bacia do Rio da Prata (Brasil, Paraguai, Argentina e Uruguai): taxonomia, distribuição geográfica e alguns atributos ecológicos

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de concentração Zoologia, para obtenção do título de Doutor.

Orientador: Prof. Marcos Gomes Nogueira

Botucatu-SP

2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO DE AQUIS. E TRAT. DA INFORMAÇÃO
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE

Neves, Gilmar Perbiche.

Copépodes planctônicos (Crustacea, Calanoida e Cyclopoida) em reservatórios e trechos lóticos da bacia do Rio da Prata (Brasil, Paraguai, Argentina e Uruguai) : taxonomia, distribuição geográfica e alguns atributos ecológicos / Gilmar Perbiche Neves. – Botucatu : [s. n.], 2011

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu

Orientador: Marcos Gomes Nogueira

Capes: 20400004

1. Copepode. 2. Taxonomia animal. 3. Prata, Rio da, Bacia (Argentina e Uruguai)

Palavras-chave: Calanoida; Copepoda; Cyclopoida; Distribuição; Diversidade; Ecologia; Endemismo; Evolução; Lótico; Reservatórios, Rios.

“Dedico esse trabalho exclusivamente as memórias de Carlos Perbiche (1920-2009), Lidiane Mühlstedt (1982-2010) e Ayde Spessoto Neves (1928-2010)”.

Pessoas muito importantes e próximas que perdi enquanto realizei essa tese. Aprendi a preço elevado de que sempre devemos deixar o trabalho em segundo plano para visitar pessoas queridas, sem hesitar um mínimo sequer, em qualquer condição; fato que não fiz e carregarei esse arrependimento nos pensamentos pela vida toda, até encontrá-los numa outra dimensão.

As melhores lembranças para sempre.

“Listen me all
We're gonna tell you
The most important thing
That you've never
Heard in your life
You've never
Heard that before
We came from me a superworld
World of rational energy
And we live
The energy world
World of animal's energy
Read the book
The only book
The book of God
"Universe In Disenchantment"
And you gotta know the true

Oh, right, man
Play the guitar”

Tim Maia Racional

Agradecimentos

À FAPESP (2008/02015-7; 2009/00014-6), pelo financiamento da bolsa e do projeto Prata, pois sem esses recursos, nada seria realizado. Obrigado pela confiança, rigorosidade e cobranças (fundamentais), e todo incentivo e recurso oferecido e disponibilizado. Não vejo a possibilidade da realização desse trabalho através de outra agência no Brasil.

Obrigado também ao meu acessor, que embora todos os meus relatórios científicos tenham sido aprovados com críticas, suas palavras foram valiosas para o aperfeiçoamento e principalmente cumprimento de prazos. Serviram como forte impulso para a realização desse trabalho, ainda cumprido antes do prazo estimado. Obrigado por ter confiado e aprovado a bolsa.

Aos orientadores, sem os quais, nada seria possível: Marcos Gomes Nogueira, Carlos Eduardo Falavigna da Rocha e Geoff A. Boxshall.

E também a todos os *experts* em copépodes, que sem suas ajudas, nada também seria concretizado. Seriam: Dr. Daniel Previattelli, Dr. Edinaldo Nelson Santos Silva, Dra. Janet W. Reid; MSc. Juan César Paggi, (à esses eu devo muito mesmo); Dra. Margarita Frutos, Dra. Silvina Menu Marque, Dr. William M. da Silva, Dr. Eduardo Suárez Moráles, entre outros.

Um agradecimento especial à equipe que foi nas coletas. Sem vocês, nada seria realizado. Obrigado pela paciência, esforço físico, aguentarem ondas, enalhamentos, e tudo mais. Obrigado adicional à força superior que nos protegeu nessas coletas, que estava o tempo todo ajustando o relógio para problemas graves não ocorrerem.



Ao pessoal do centro de microscopia eletrônica da Unesp de Botucatu, que tiveram muita paciência e me ajudaram na geração dessas imagens bonitas.

Não posso deixar de agradecer a atenção e carinho da minha linda namorada e da minha família, pela paciência comigo. Também aos amigos da república “Kobra Kriada” e repúblicas aliadas, que foram praticamente a segunda família distante.

Também, a toda equipe do laboratório por todos esses anos.

Agradecimentos ao pessoal do departamento de zoologia da Unesp de Botucatu, assim como toda a Pós Graduação envolvida, por toda a assistência prestada. Suas contribuições foram tantas, que certamente sem elas nada seria possível. Nada mesmo.

Peço desculpas a todas as pessoas acima pelas milhões de vezes que fui chato, ranzinza, teimoso, exigente, etc, mas é genético, difícil de mudar, juro que estou tentando...

Desculpem também se esqueci de alguém.

Apresentação

Essa tese de doutorado analisou copépodes planctônicos (Crustacea: Cyclopoida e Calanoida) em trechos lóticos e reservatórios da bacia do rio da Prata, na América do Sul. Estão contidos: guia de identificação, redescrição de uma espécie rara, atributos ecológicos básicos, síntese sobre a evolução de Diptominae (Diptomidae: Calanoida) na bacia devido seu grau de endemismo, e a descrição de duas espécies novas para o trecho médio do rio Paraná. A tese está apresentada em forma de artigos científicos visando facilitar sua publicação, alguns destes já em inglês.

Sumário

Resumo	1
Abstract	1
Considerações iniciais	2
Capítulo 1	5
Capítulo 2	142
Capítulo 3	159
Capítulo 4	190
Anexo	208

Resumo

Foram estudados copépodes planctônicos das ordens Cyclopoida e Calanoida na bacia do rio da Prata, a segunda maior da América do Sul. Amostraram-se no verão e no inverno, 43 locais, incluindo trechos lóticos e reservatórios, esses últimos amostrados nas zonas de montante e próximo as barragens. As coletas foram feitas através de arrastos verticais na coluna de água com rede cônica de plâncton de malha de 68 μ m. Na análise dos organismos, foram elaborados inicialmente cinco capítulos, porém um deles já foi submetido e está apresentado em forma de anexo. Nos quatro capítulos gerados e incluídos no formato final da tese, constam: 1. Guia de identificação de copépodes planctônicos das ordens Cyclopoida e Calanoida; 2. Redescrição de uma espécie rara de Diaptomidae – *Odontodiaptomus thomseni*; 3. Atributos ecológicos básicos de copépodes planctônicos Cyclopoida e Calanoida na bacia do rio da Prata; e 4. Limites de distribuição geográfica de Diaptomidae na bacia do Prata, com síntese de processos históricos e atuais. No guia de identificação são apresentadas chaves de identificação, diagnoses taxonômicas, comentários gerais, ilustrações, imagens de microscopia eletrônica de varredura para 37 espécies, sendo consideradas as fêmeas de Cyclopoida e os machos de Calanoida. Nesse capítulo 1, espécies com *status* taxonômico incerto não foram incluídas. Para os atributos ecológicos no capítulo 3, o número de espécies utilizado nos cálculos de riqueza e diversidade foi maior, e os resultados apontaram maiores riquezas nos trechos médio e baixo do rio Paraná, no verão e inverno, respectivamente. Por fim, no capítulo 4, as tendências de evolução dos Diaptominae são apresentadas, para os quais são verificados padrões de endemismo para elevado número de espécie, sugerindo processos evolutivos antigos após o Cretáceo na separação dos continentes, em que o escudo brasileiro serviu de refúgio para as espécies ao longo do tempo até a situação atual da fauna.

Palavras chave: Copepoda, Calanoida, Cyclopoida, reservatórios, rios, lótico, evolução, diversidade, endemismo, distribuição, ecologia.

Abstract

The planktonic copepods of Cyclopoida and Calanoida orders of the “La Plata” River Basin, the second largest in South America, were studied. Samples were obtained during summer and winter at 43 stations distributed in river stretches and reservoirs (considering upstream and dam zones). Samplings were performed through vertical hauls of plankton net of 68 μ m of mesh size in the water column. The results of the study are presented in 4 chapters, besides an annex (submitted as a paper): 1. Guide of identification of planktonic copepods of Cyclopoida and Calanoida orders; 2. Redescription of one rare species of Diaptomidae – *Odontodiaptomus thomseni*; 3. Basic ecological attributes of planktonic cyclopoid and calanoid copepods of “La Plata” River Basin; and 4. Boundaries of geographic distribution of Diaptomidae in “La Plata” Basin, with synthesis of historic and current processes. In the guide of identification are presented keys of identification, taxonomic diagnosis, general commentaries, illustrations, scan electron microscopy images of 37 species, for cyclopoids females and calanoids males. In chapter one, species with *incertae* status were not included. For ecological attributes in chapter three, the number of species included in richness and diversity calculations was higher, and the results points to major richness in the middle and low stretches of Parana River, in summer and winter, respectively. Finally, in chapter four, the evolution tendencies of Diaptominae are discussed, which point to high endemism patterns for many species, suggesting an ancient evolution processes after Cretaceous separation of the continents, when the Brazilian shield was used as refuge along the time until the current fauna status.

Key words: Copepoda, Calanoida, Cyclopoida, reservoirs, rivers, lotic, evolution, diversity, endemism, distribution, ecology.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O presente trabalho é o resultado de coletas de zooplâncton realizadas na bacia da Prata, a segunda maior do continente e quarta maior do mundo, e que concentra 50% da população humana do continente.

O projeto foi idealizado com base na necessidade de se resolver vários problemas taxonômicos e ecológicos. A principal lacuna a ser preenchida decorre do fato de diversos estudos já produzidos em vários locais terem sido pontuais, com os quais era difícil estabelecer padrões de distribuição e, assim, entender as fronteiras geográficas das espécies planctônicas.

Uma ampla gama de trabalhos, altamente recomendados para o amplo conhecimento do assunto, serviu de base para a realização desse estudo e sem as informações contidas nos mesmos teria sido impossível atingir o objetivo proposto. Alguns exemplos desses trabalhos seriam: Wright (1927, 1936, 1938), Brehm (1933a,b, 1938), Kiefer (1933, 1936, 1972), Dussart & Frutos (1985, 1986), Reid (1985, 1987, 1989), Matsumura-Tundisi (1986), Einsle (1996), Rocha (1998), Karaytug (1999), Santos-Silva et al. (1989, 1999), Santos-Silva (2000, 2008), Paggi (2001, 2006), Lansac-Tôha et al. (2002, 2008), Alekseev (2002), Ueda & Reid (2003), Silva (2003, 2009), Silva & Matsumura-Tundisi (2005), Previattelli (2006), Gutiérrez-Aguirre et al. (2006), Santos-Wisniewsky & Rocha (2007), Boxshall & Defaye (2008), Nogueira et al. (2008), Maia-Barbosa et al. (2009). Todas essas referências estão citadas no término dos capítulos ao longo da tese.

Nesse estudo, foram analisados os copépodes planctônicos das ordens Cyclopoida e Calanoida, em trechos lóticos e reservatórios. Para os primeiros, sabe-se que possuem distribuição mais ampla, em contraste dos segundos, os quais são mais restritos em determinadas áreas, regiões ou bacias hidrográficas.

Dessa maneira, realizar coletas na extensão de toda essa bacia foi a única maneira encontrada para se entender como essas espécies estão distribuídas na bacia. Não foi uma tarefa fácil, fato é que durante o planejamento julgava-se quase impossível sua realização, difícil de imaginar o momento posterior em que já teria sido cumprida a fase de campo, com todas as amostras dispostas para serem analisadas, que seria então o próximo grande desafio. No entanto, todo o trabalho foi feito e parte dos resultados obtidos no tempo dedicado para a análise das amostras, 2 anos, é apresentado nessa tese.

Para o planejamento amostral, miraram-se reservatórios e trechos lóticos; não foram incluídos lagos ou lagoas marginais aos rios estudados. Para os reservatórios,

analisou-se as regiões próximas à barragem e também regiões de montante dos mesmos, visto que vários trabalhos relatam as diferenças para atributos de copépodes entre essas regiões. Foi planejado amostrar cada principal rio tributário do trecho alto do rio Paraná, e nesses, o primeiro e último grande reservatório, para identificar diferentes condições da bacia. Nos grandes rios com reservatórios, ou seja, com exceção do rio Paraguai, amostrou-se também os trechos alto, médio e baixo, quando existiam reservatórios.

Nos trechos lóticos, pensamento semelhante foi seguido, amostrando trechos alto, médio e baixo, porém, para os trechos altos dos rios Paraná e Uruguai somente reservatórios foram visitados. No rio Paraguai, em cujo canal central não há reservatórios, amostrou-se somente trechos lóticos. Diferente dos rios Paraná e Uruguai, nos quais os pontos foram feitos a aproximadamente a cada 300 km de distância entre si, no rio Paraguai a distância entre os pontos foi próxima aos 600 km, especialmente para manter a integridade física da equipe, evitando coletar em trechos próximos de regiões recomendadas pelas autoridades como inseguras para serem visitadas.

Após a realização das coletas, as amostras de zooplâncton foram triadas em laboratório, sob microscópio estereoscópico, e os organismos identificados com uma gama de bibliografias especializadas e também com auxílio de microscópio óptico. Maiores detalhes metodológicos podem ser encontrados no capítulo 1. Espécies novas e raras também foram encontradas (capítulo 2 e anexo), e os atributos ecológicos são apresentados no capítulo 3. Por fim, com os padrões de distribuição de Calanoida que foram obtidos, foi elaborada uma teoria de especiação e evolução desses organismos na bacia da Prata, a qual é apresentada no capítulo 4.

Como o referido curso de pós-graduação não impõe normas para a elaboração da tese é comum, atualmente, apresentar o texto final em forma de artigos científicos, facilitando de forma prática sua publicação. Assim, essa tese foi planejada em quatro capítulos e mais um anexo, os quais são apresentados a seguir.

No capítulo 1 apresenta-se um guia de identificação para as espécies encontradas na bacia da Prata, num total de 43. Nesse guia, escrito em português e que posteriormente será traduzido para o inglês para fins de publicação, constam: chave prática de identificação, diagnoses taxonômicas, comentários gerais, ilustrações de linha, imagens de microscopia eletrônica de varredura e mapas de distribuição geográfica na bacia. Para a futura publicação, pretendem-se incluir todas essas informações citadas para as fêmeas de Calanoida e machos de Cyclopoida encontrados. Nesse capítulo, conforme se pode observar ao comparar com o capítulo 3, não foram

incluídas algumas espécies que não se obteve exemplares machos ou que não foi possível ilustrá-las devido à falta de tempo, como *Notodiptomus suzanae*, *Notodiptomus transitans*, *Notodiptomus* cf. *deevoyrum* e ainda mais duas espécies novas que serão descritas, depois de confirmadas (além das duas espécies novas submetidas – “*Diaptomus*” *curvatuse* “*Diaptomus*” *frutosae*).

No capítulo 2, uma redescrição de uma espécie rara foi feita. *Odontodiptomus thomsoni*, que não era encontrada há 77 anos, e que foi amostrada no trecho baixo do rio Uruguai, no reservatório de Salto Grande. Somente 3 exemplares foram coletados, e a partir desses foi feita uma redescrição completa, pelo fato da antiga descrição (1933) ter sido breve. Imagens de microscopia eletrônica também são apresentadas.

No capítulo 3, os atributos ecológicos básicos foram abordados. Analisou-se a riqueza específica, diversidades alfa e gama, equitabilidade, abundância e correlações da riqueza e da abundância com variáveis ambientais.

No capítulo 4, após observar uma tendência de distribuição para Calanoida em relação com determinadas bacias hidrográficas e o clima atual, foi redigida uma nova teoria sobre a especiação e evolução desses organismos na bacia, a partir da hipótese da existência de um ancestral muito antigo já residente no escudo brasileiro. Supôs-se que essa especiação teve origem antiga, e que colonizações oriundas das regiões Neártica e Australiana tiveram efeitos menores do que os ancestrais já existentes no escudo brasileiro. O elevado número de gêneros com poucas espécies (e.g. *Odontodiptomus*, *Idiodiptomus*, *Scolodiptomus*, etc) e essas, por sua vez, geralmente com anomalias morfológicas, suportam essa teoria, assim como a ampla distribuição geográfica de algumas espécies do gênero *Notodiptomus*, com pouca variação morfológica, sugerindo-se para espécies que realmente pertencem a esse gênero, especiação mais recente.

No anexo, duas novas espécies foram descritas detalhadamente. Trata-se de espécies muito distintas e através de análise filogenética feita com auxílio do Dr. Daniel Previattelli não foi possível encaixá-las em nenhum gênero até então conhecido. Dessa forma optou-se em mantê-las como “*Diaptomus*” *sensu lato*. O artigo referente a essas espécies novas já se encontra em inglês e submetido para a *Journal of Natural History*, em um volume especial resultante da “11th International Conference on Copepoda”, realizada em julho no México.

Capítulo 1

Guia de identificação de Copépodes (Cyclopoida e Calanoida) da Bacia do Rio da Prata (América do Sul)

Gilmar Perbiche-Neves¹; Geoff A. Boxshall²; Carlos E. F. da Rocha³ & Marcos Gomes Nogueira¹

1. Universidade Estadual Paulista – UNESP, IBB, Departamento de Zoologia. Distrito de Rubião Júnior s/n, CEP 18618-970, Botucatu, SP, Brasil. Email: gilmarpneves@yahoo.com.br
2. The Natural History Museum – NHM, Department of Zoology, Cromwell Road London SW7 5BD, United Kingdom.
3. Universidade de São Paulo – USP, IB, Departamento de Zoologia. Rua do Matão, travessa 14, n. 321, CEP 05508-900, São Paulo, SP, Brasil.

Resumo: É apresentado um guia de identificação para as espécies de copépodes planctônicos das ordens Cyclopoida e Calanoida (Crustacea) amostrados no verão e inverno de 2010 na bacia do rio da Prata, a segunda maior da América do Sul e a quarta do mundo. No guia estão inclusas chaves de identificação, diagnoses taxonômicas, comentários gerais, mapas de distribuição, ilustrações de linha e fotografias de microscopia eletrônica. Constam 17 espécies de copépodes ciclopóides e 20 de calanóides, totalizando 37 espécies. Duas espécies de calanóides não foram confirmadas, uma possivelmente é nova – não apresentada nesse trabalho, e será futuramente descrita e a outra foi designada como *Incertae sedis* (*Notodiptomus spinuliferus*). Espécies comuns para a região não foram encontradas, tais como *Notodiptomus deitersi*, *Notodiptomus amazonicus*, *Scolodiptomus corderoi*, *Odontodiptomus paulistanus*. Para a ordem Cyclopoida todas as espécies planctônicas comuns para a região foram encontradas. A limitação amostral, em termos temporais, possivelmente influenciou o resultado encontrado.

Introdução

Vários trabalhos ressaltam a carência de estudos sobre copépodes de águas interiores na região neotropical. Para as ordens Cyclopoida e Calanoida, as referências disponíveis para a identificação dos organismos são escassas e, em geral antigas, muitas datadas do início do último século ou da década de 1980.

Recentemente novos caracteres morfológicos têm sido empregados em análises filogenéticas, e indicam haver importantes semelhanças e diferenças que são úteis para identificar corretamente as espécies (Previattelli, 2010). Exemplos desses caracteres seriam o tamanho de conjuntos de setas espalhadas no corpo, fórmulas setais das antenas e antênulas, protuberâncias e fileiras de espínulos, entre outras. Adicionalmente, avanços tecnológicos disponibilizam novas metodologias de análise que antes inexistiam ou eram pouco utilizadas, como a microscopia eletrônica, microscopia confocal a laser, além do uso de técnicas moleculares, amplamente incentivada atualmente, entre outras.

Os trabalhos mais recentes que tratam da identificação de algumas espécies planctônicas da região neotropical são os de Einsle (1996), Rocha (1998), Santos-Silva (2000), Lansac-Tôha et al. (2002), Gutiérrez-Aguirre & Suárez-Morales (2001), Ueda & Reid (2003), Silva (2003), Silva & Matsumura-Tundisi (2005), Previattelli (2006), Paggi (2001, 2006), Gutiérrez-Aguirre et al. (2006), entre outros. Estima-se que o número de espécies na região neotropical irá aumentar com o decorrer dos anos (Boxshall & Defaye, 2008) e descrições recentes tem sido feitas (Paggi, 2011). Também é prevista a expansão da distribuição geográfica de algumas espécies em relação a sua ocorrência original (Previattelli, 2010). Há muitas áreas ainda não exploradas, em termos de investigação dos Copepoda, no continente sul americano e a maioria das informações estão concentradas em sequências de amostragens num mesmo local.

Visando contribuir com essa demanda de bibliográfica especializada, o presente estudo reúne o conjunto de informações provenientes de duas campanhas de amostragem realizadas em 43 locais na Bacia do rio da Prata (Figura 1 e Tabela 1), a segunda maior do continente sul-americano. Nesse trabalho são apresentadas chaves de identificação das espécies de Calanoida e Cyclopoida encontradas nas amostras, incluindo diagnoses taxonômicas, comentários gerais, ilustrações feitas em microscópio com câmara clara, fotografias obtidas em microscópio eletrônico de varredura e a distribuição geográfica conhecida. Procurou-se realizar uma ampla revisão bibliográfica e dúvidas foram discutidas com especialistas.

Material e Métodos

As coletas foram realizadas em trechos lóticos e de reservatórios (regiões a montante e de barragem) (Figura 1 e Tabela 1) e em dois períodos do ano de 2010 (verão: janeiro e fevereiro; e inverno: junho e julho).

Tabela 1. Lista dos pontos de amostragem, contendo abreviaturas (para reservatórios: -M=montante; -B=barragem; para rios: -A=alto, -M=médio, -B=baixo; nomes e países (ARG/Argentina; BOL/Bolívia; BRA/Brasil; PAR/Paraguai; URU/Uruguai); unidades federativas dentro dos países (UF) – províncias, estados; coordenadas geográficas e altitudes (Alt).

Nº	Abrev.	Rio/Represa (UHE)	UF	Coordenadas	Alt.
1	EMB-M	UHE Emborcação – BRA	MG/GO	18°22'40.47"S 47°44'3.58"O	634
2	EMB-B	UHE Emborcação – BRA	MG/GO	18°29'33.09"S 47°58'17.22"O	648
3	SSIM-M	UHE São Simão – BRA	MG/GO	18°40'22.54"S 50°4'17.76"O	402
4	SSIM-B	UHE São Simão – BRA	MG/GO	18°59'15.59"S 50°30'18.93"O	406
5	FUR-M	UHE Furnas – BRA	MG	20°58'35.58"S 45°3'24.18"O	771
6	FUR-B	UHE Furnas – BRA	MG	20°39'36.51"S 46°18'12.16"O	769
7	AVER-M	UHE Água Vermelha – BRA	MG/SP	19°55'42.17"S 49°45'5.31"O	388
8	AVER-B	UHE Água Vermelha – BRA	MG/SP	19°52'03.73"S 50°19'28.77"O	388
9	BBON-M	UHE Barra Bonita – BRA	SP	22°40'04.08"S 48°21'05.01"O	463
10	BBON-B	UHE Barra Bonita – BRA	SP	22°31'43.07"S 48°31'26.05"O	454
11	TIRM-M	UHE Três Irmãos – BRA	SP	20°57'21.57"S 50°36'34.83"O	320
12	TIRM-B	UHE Três Irmãos – BRA	SP	20°41'57.09"S 51°05'58.43"O	326
13	JUR-M	UHE Jurumirim – BRA	SP	23°19'25.07"S 48°42'11.07"O	572
14	JUR-B	UHE Jurumirim – BRA	SP	23°13'41.07"S 49°13'28.03"O	566
15	ROS-M	UHE Rosana – BRA	SP/PR	22°36'28.27"S 52°09'43.75"O	262
16	ROS-B	UHE Rosana – BRA	SP/PR	22°36'04.71"S 52°49'48.15"O	261
17	FAR-M	UHE Foz do Areia – BRA	PR	26°03'41.64"S 51°24'02.25"O	754
18	FAR-B	UHE Foz do Areia – BRA	PR	25°59'57.06"S 51°38'52.27"O	749
19	SCAX-M	UHE Salto Caxias – BRA	PR	25°30'32.11"S 53°18'24.26"O	333
20	SCAX-B	UHE Salto Caxias – BRA	PR	25°31'50.96"S 53°28'45.76"O	319
21	ISOL-M	UHE Ilha Solteira – BRA	SP/MS	20°10'29.60"S 51°2'7.06"O	332
22	ISOL-B	UHE Ilha Solteira – BRA	SP/MS	20°22'10.87"S 51°20'37.65"O	321
23	ITA-M	UHE Itaipu – BRA/PAR	PR/Alto Paraná	24°29'10.77"S 54°19'42.38"O	217
24	ITA-B	UHE Itaipu – BRA/PAR	PR/Alto Paraná	25°25'09.67"S	220
25	YACI-M	UHE Yaciretá – ARG/PAR	Corrientes/Itapúa	27°24'24.13"S 56°15'19.86"O	71
26	YACI-B	UHE Yaciretá – ARG/PAR	Corrientes/Itapúa	27°30'9.12"S 56°31'56.69"O	78
27	RPAR-MI	Rio Paraná – trecho médio - ARG	Corrientes/Santa Fé	28°30'10.12"S 59°03'03.24"O	43

28	RPAR-M2	Rio Paraná – trecho médio - ARG	Corrientes/Santa Fé	30°01'07.73"S	59°33'50.86"O	26
29	RPAR-M3	Rio Paraná – trecho médio - ARG	Entre Rios/Santa Fé	31°38'29.94"S	60°23'21.53"O	21
30	RPAR-B1	Rio Paraná – trecho baixo - ARG	Entre Rios/Santa Fé	32°44'02.61"S	60°43'23.95"O	5
31	RPAR-B2	Rio Paraná – trecho baixo - ARG	Buenos Aires/Entre Rios	33°41'19.94"S	59°37'30.79"O	5
32	RPAR-B3	Rio Paraná – trecho baixo - ARG	Buenos Aires/ Entre	33°56'31.07"S	58°27'46.80"O	5
33	RPLA	Rio de la Plata – URU/ARG	Colonia/Entre Ríos	34°26'49.57"S	57°36'27.99"O	1
34	RPAG-A	Rio Paraguai – trecho alto – BOL/BRA	Santa Cruz/MS	18°58'07.73"S	57°38'55.75"O	94
35	RPAG-M	Rio Paraguai – trecho médio –	Alto Paraguay/MS	21°41'09.18"S		71
36	RPAG-B	Rio Paraguai – trecho baixo –	Resistencia/Ñeembucú	26°51'15.42"S	58°19'21.45"O	54
37	MAC-M	UHE Machadinho – BRA	SC/RS	27°32'26.71"S	51°37'52.31"O	476
38	MAC-B	UHE Machadinho – BRA	SC/RS	27°29'27.77"S	51°46'26.50"O	484
39	RURU-	Rio Uruguai – trecho médio –	Misiones/RS	27°17'15.23"S	54°11'31.66"O	112
40	RURU-	Rio Uruguai – trecho médio –	Corrientes/RS	28°32'38.40"S	56°1'24.69"O	54
41	SGRA-M	UHE Salto Grande – URU/ARG	Salto/Entre Ríos	30°46'27.52"S	57°47'55.53"O	33
42	SGRA-B	UHE Salto Grande – URU/ARG	Salto/Entre Ríos	31°15'31.41"S	57°55'33.66"O	34
43	RURU-B	Rio Uruguai – trecho baixo –	Colonia/Buenos Aires	33°48'07.39"S	58°26'07.48"O	8

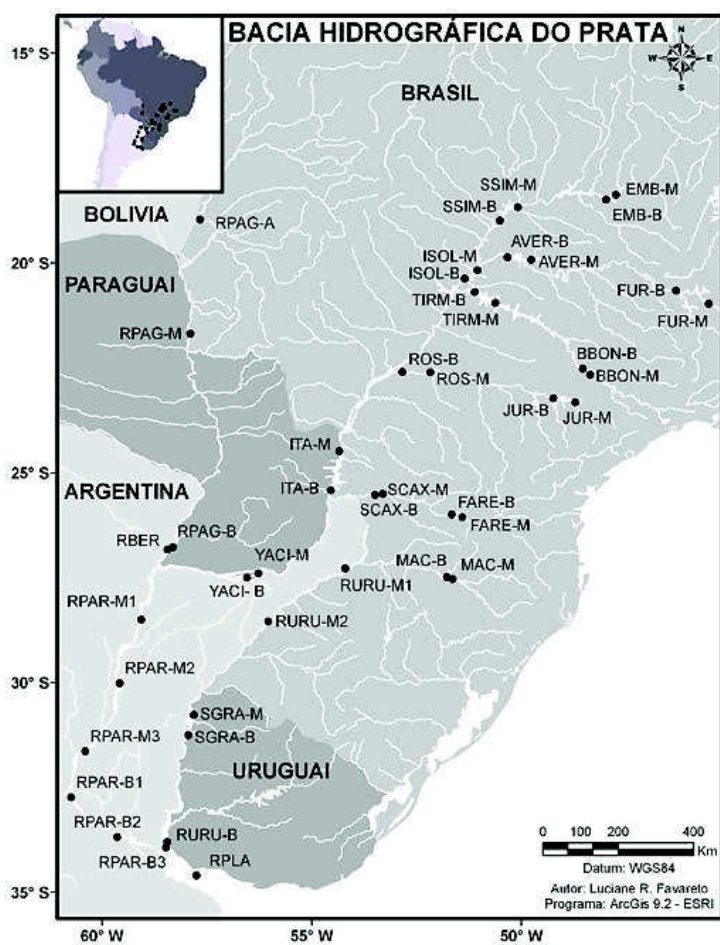


Figura 1. Mapa dos pontos de amostragem na bacia do Prata, divididos em reservatórios (primeiro e último de cada rio regulado) e trechos lóticos livres de barramento.

O material foi coletado através de arrastos verticais com rede de plâncton do tipo cônica de 68µm de abertura de malha, com anteparo anti-refluxo. Seis amostras foram obtidas em cada local de coleta, 1 para análise qualitativa e 3 para análises quantitativas – fixadas com fórmol 4%; 1 para microscopia eletrônica de varredura – MEV – fixada com glutaraldeído 2,5%; e 1 para análises moleculares – fixada com álcool 99%. Embora esse estudo tenha sido baseado nas amostras qualitativas, organismos encontrados somente nas demais amostras também foram incluídos.

Em laboratório, os copépodes foram analisados sob microscópios estereoscópios (Zeiss Stemi SV6 e Zeiss Discovery V20) e microscópios (Zeiss Standard 20 e 25). Os organismos foram dissecados com estiletes de ponta fina (“lancets”) e foram montadas lâminas semipermanentes com glicerina e lacto fênol 70%. Somente indivíduos adultos foram analisados.

Os organismos foram identificados com auxílio de bibliografia especializada (Wright, 1927, 1936, 1938, 1939; Brehm, 1933, 1938; Kiefer, 1933, 1936; Ringuelet & Martinez de Ferrato, 1967; Brandorff, 1973; Dussart, 1984; Dussart & Frutos, 1985, 1986; Reid, 1985, 1987, 1989; Matsumura-Tundisi, 1986; Einsle, 1996; Rocha, 1998; Karaytug, 1999; Santos-Silva et al., 1989; Santos-Silva, 2000; Cicchino et al., 2001; Paggi, 2001, 2006; Alekseev, 2002; Ueda & Reid, 2003; Silva, 2003; Silva & Matsumura-Tundisi, 2005; Previattelli, 2006) e também realizadas consultas diretas a especialistas.

Todas as amostras analisadas estão depositadas na Coleção de Microcrustáceos de Águas Continentais – CMAC, do Departamento de Zoologia da Universidade Estadual Paulista – UNESP, *campus* Botucatu.

Para as chaves, foram utilizados somente caracteres realmente diferenciais consistentes para identificar os gêneros e as espécies. Foram mescladas características utilizadas por diferentes autores, procurando utilizar somente as mais relevantes. Da mesma forma que para as chaves de identificação, para as diagnoses foram consideradas características básicas para a caracterização de copépodes, tradicionalmente mencionadas em publicações científicas especializadas.

Estruturas morfológicas mais relevantes foram ilustradas em microscópio de contraste de fase (Zeiss Standard) com câmara clara acoplada. Em seguida, os desenhos foram repassados em papel vegetal com tinta nanquim, escaneados e corrigidos quanto a borrões e demais imperfeições em software Adobe Photoshop 7.0.

O preparo do material e as imagens de microscopia eletrônica de varredura – MEV – foram feitas no “Centro de Microscopia Eletrônica (CME)” da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP – Campus de Botucatu. Cada amostra composta por indivíduos de uma espécie de um mesmo local foi acondicionada em compartimentos cilíndricos de polietileno vazado. Neste suporte, os organismos foram lavados, fixados e desidratados. A lavagem foi feita com solução tampão de fosfato a 0,1M e pH 7,3 (3 vezes, cada uma por 5 minutos) e posteriormente fixados imediatamente através de imersão em tetróxido de ósmio à concentração de 0,5% (em água), por 20 minutos. Para a desidratação, foi utilizada imersão em álcool de várias concentrações, na seguinte sequência: 7,5%, 15%, 30% e 50% (2 vezes em cada concentração, durante 5 minutos); a seguir em concentração de 70% (3 vezes, durante 10 minutos); e a 90% e a 100% (2 vezes em cada concentração, durante 5 minutos). Posteriormente, o material foi colocado no ponto crítico da marca BALZERD UNION (tipo: CTD-020), onde o álcool contido nos organismos foi substituído por dióxido de carbono líquido, com evaporação por aumento da temperatura para 40°C e pressão para 70 bar. Em seguida o material foi dissecado, quando necessário, e colado nos *stubs* sob fita adesiva e levado a um metalizador da marca BALZERS UNION (tipo: MED-10), onde foram recobertos por uma camada de 15 nm de ouro. As observações foram feitas em um MEV da marca Philips (modelo: SEM-515), com máquina fotográfica acoplada.

Ao longo do guia de identificação, várias abreviaturas foram impostas para os pontos de amostragem em que as espécies ocorreram e também para as estruturas morfológicas, especialmente as relevantes para a taxonomia desses organismos (Tabela 2 e Figura 2). Seguiu-se as nomenclaturas de Santos-Silva et al. (1999), Previattelli (2006) e Paggi (2006) para Calanoida e Reid (1985) e Rocha (1998) para Cyclopoida.

Tabela 2. Lista das estruturas morfológicas analisadas, com respectivas abreviaturas.

Estrutura	Abreviatura	Estrutura	Abreviatura
Antena 1	A1	Esclerito Inter Coxal	EIC
Antena 1 direita ^{Calanoida}	A1D	Coxopodito	Cox
Antena 2	A2	Basepodito	Bsp
Mandíbula	Md	Endópodo	End
Maxílula	Mx1	Exópodo	Exp
Maxílula	Mx	Segmento genital	SG
Maxilípede	Mxp	Receptáculo seminal ^{Cyclopoida}	RS
Prossomo 1		Seta Mediana Dorsal do Ramo Caudal	SMD
Prossomo 2		Seta Distal do Ramo Caudal	SD
Prossomo 5		Seta Terminal Externa do Ramo Caudal	STE
Urossomo 1	Ur	Seta Mediana Externa do Ramo Caudal	SME
Ramo caudal	RC	Seta Mediana Interna do Ramo Caudal	SMI
Perna 1	P1	Seta Interna do Ramo Caudal	SI

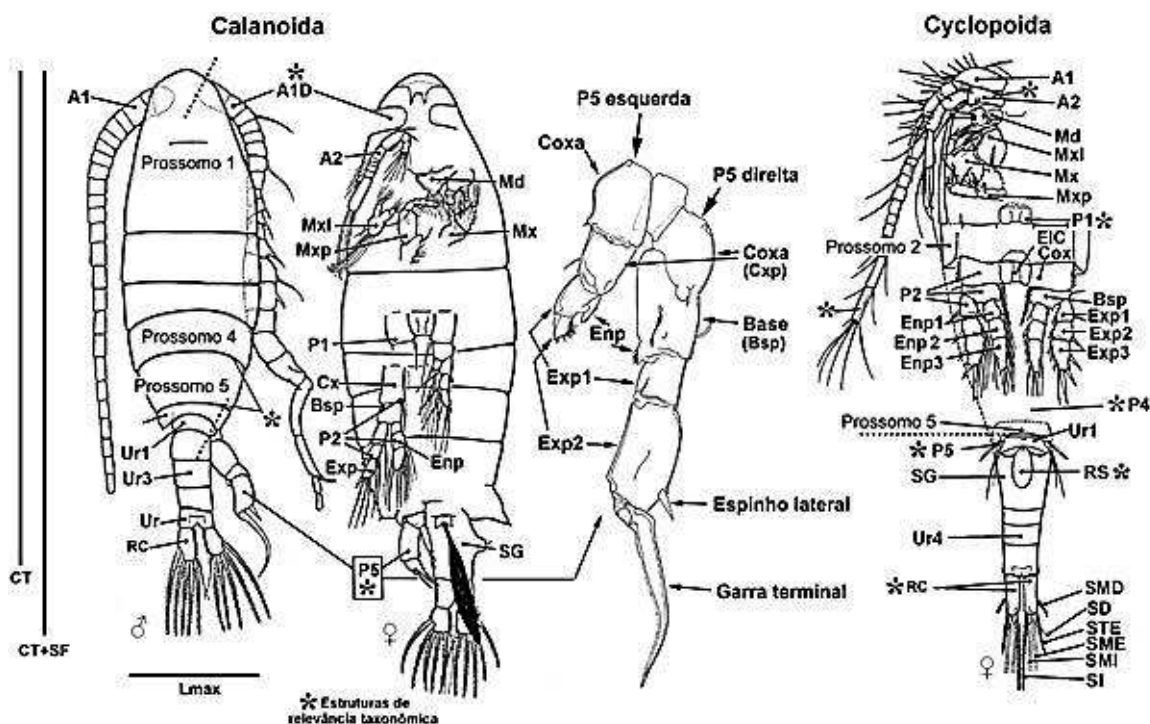


Figura 2. Estruturas observadas nas espécies de Calanoida e Cyclopoida, com as respectivas abreviações utilizadas, locais de dissecação e de relevância taxonômica para identificação (asteriscos) e, ainda, a localização dos pontos de mensurações.

Resultados

Foram encontradas 37 espécies, sendo 17 de Cyclopoida e 20 de Calanoida. Na Tabela 3 estão listadas as espécies encontradas, com as respectivas medidas de comprimento total sem a furca (CT), comprimento total com a furca (CT+F) e largura máxima (Lmax).

Em seguida, apresenta-se as chaves de identificação de Cyclopoida e Calanoida, seguidas de diagnoses para cada espécie, comentários, mapas de distribuição, ilustrações e fotografias de MEV.

Tabela 3. Espécies identificadas na coleta de verão, com nome do respectivo local e medidas (μm) de comprimento total (CT), comprimento total mais setas do ramo caudal (CT+SF) e largura máxima (Lmax) dos indivíduos (fêmeas de Cyclopoida e machos de Calanoida).

Espécie	Locais	CT	CT+F	Lmax
Cyclopoida				
<i>Acanthocyclops robustus</i>	MAC-M, MAC-B, BBON-B, FARE-M, FARE-B, RP AR-M3, SGRA-M, RURU-B	1.199,62±90,36	1.692,89±159,36	427,02±32,88
<i>Mesocyclops aspericornis</i>	RPAG-M	1.195,32±202,16	1.652,83±396,67	452,95±26,87
<i>Mesocyclops ellipticus</i>	RPAG-A; RPAG-M	965,69	1.272,69	345,68
<i>Mesocyclops longisetus curvatus</i>	FARE-B	1.597,18	2.358,56	551,50

<i>Mesocyclops longisetus longisetus</i>	RURU-B			
<i>Mesocyclops meridianus</i>	AVER-M, BBON-M, BBON-B, JUR-M, FARE-M, FARE-B, ISOL-M, YACI-M, YACI-B, RPAR-M1, RPAR-B2, RPAR-B3, SGRA-B, RPAG-M, RPAG-B	1.101,27±114,89	1.479,59±142,57	400,22±31,44
<i>Mesocyclops ogunmus</i>	SSIM-M, AVER-B, BBON-M, TIRM-M, TIRM-B, JUR-B, IT A-B	1.102,41±112,14	1.522,93±105,44	406,14±32,33
<i>Metacyclops laticornis</i>	JUR-M, RPAG-M	792,34±28,17	982,49±34,13	303,39±29,76
<i>Metacyclops mendocinus</i>	FARE-M	1.145,21	1.412,82	367,26
<i>Microcyclops anceps anceps</i>	RPAR-M2, RPAR-B1, RPAR-B2, RPAG-A	736,58±41,15	1.006,39±59,95	282,80±20,31
<i>Microcyclops ceibaensis</i>	RPAR-B1, RPAR-B3	330,95±12,28	862,60±7,58	1.200,88±14,79
<i>Microcyclops finitimus</i>	TIRM-M	578,21	770,50	206,84
<i>Microcyclops mediasetosus</i>	RPAR-B3	1.181,33	1.668,14	486,81
	SSIM-M, SSIM-B, FUR-M, FUR-B, AVER-M, AVER-B, BBON-M, BBON-B, TIRM-M, TIRM-B, JUR-M, JUR-B, ROS-M, FARE-M, FARE-B, SCAX-M, SCAX-B, ISOL-M, ISOL-B, IT A-M, IT A-B, YACI-M, YACI-B, RPAR-M1, RPAR-M2, RPAR-B1, RPAR-B3, RPLA, MAC-M, MAC-B, RURU-M1, SGRA-M, SGRA-B, RURU-B, RPAG-A, RPAG-M, RPAG-B	812,32±45,43	1.005,91±63,07	264,63±27,34
<i>Thermocyclops decipiens</i>				
<i>Thermocyclops inversus</i>	EMB-B, JUR-M, IT A-M, ITA-B	501,25±37,20	626,41±34,10	144,79±8,86
	EMB-M, SSIM-M, SSIM-B, FUR-M, FUR-B, AVER-B, TIRM-M, ROS-M, ISOL-M, ISOL-B, IT A-B, YACI-B, RPAR-M1, RPAR-M2, SGRA-B, RURU-M2, RURU-B, RPAG-B	563,25±54,10	691,05±74,36	166,56±17,26
<i>Thermocyclops minutus</i>				
<i>Tropocyclops prasinus meridionalis</i>	SCAX-M, SCAX-B, RPAR-B2	500±34,12	614,11±37,89	147,89±32,1
Calanoida		♂	♂	♂
<i>Argyrodiaptomus azevedoi</i>	EMB-M, EMB-B, SSIM-M, SSIM-B, BBON-B, TIRM-M, TIRM-B, ISOL-M, ISOL-B, IT A-B	1.926,77±218,01	2.225,60±275,17	565,05±58,97
<i>Argyrodiaptomus denticulatus</i>	SGRA-B, RURU-B	1.630,43±28,09	1.847,28±45,31	404,89±18,04
<i>Argyrodiaptomus falcifer</i>	RPAR-M3, RPAR-B1	1.503,68±12,24	1.682,25±23,44	403,05±11,58
<i>Argyrodiaptomus furcatus</i>	FARE-B, YACI-B	1.311,11±60,89	1.472,23±13,64	410,80±3,45
<i>Notodiaptomus anisitsi</i>	FARE-M, FARE-B, RPAR-M1, RPAR-B1, SGRA-M, SGRA-B, RURU-B	1.144,1±24,56	1.233,3±17,89	196,78±31,80
<i>Notodiaptomus carteri</i>	RPAR-B2	1.484,1	1.684,84	200,74
<i>Notodiaptomus cearensis</i>	EMB-M, EMB-B, SSIM-M, BBON-M, BBON-B, TIRM-M, TIRM-B, ISOL-M, ISOL-B	1.167,21±98,96	1.344,82±111,81	330,37±38,74
<i>Notodiaptomus conifer</i>	BBON-M, BBON-B, JUR-M	1.532,09±50,18	1.756,61±58,63	434,02±48,60
<i>Notodiaptomus coniferoides</i>	YACI-B, RPAR-B3, RPAG-A, RPAG-M	1.140,16±95,85	1.311,38±113,65	323,91±64,05
<i>Notodiaptomus dentatus</i>	RPAR-M2, RPAR-M3	1.011,48±49,19	1.172,07±62,85	283,42±25,22
	SSIM-M, SSIM-B, FUR-M, FUR-B, AVER-M, AVER-B, BBON-B, TIRM-M, TIRM-B, JUR-M, JUR-B, ROS-M, ROS-B, SCAX-M, SCAX-B, ISOL-M, ISOL-B, IT A-M, IT A-B, YACI-M, YACI-B, RPAG-M	1.157,82±76,23	1.317,36±99,00	315,87±24,40
<i>Notodiaptomus henseni</i>				
<i>Notodiaptomus iheringi</i>	EMB-B, SSIM-B, FUR-B, BBON-M, BBON-B, FARE-B, IT A-M	1.013,12±69,93	1.151,41±98,68	272,13±26,90
<i>Notodiaptomus incompositus</i>	FARE-M, FARE-B, YACI-M, RPAR-B1, RPAR-B3, RPLA, MAC-M, MAC-B, RURU-M1, SGRA-M, SGRA-B, RURU-B	1.037,77±47,82	1.197,35±53,29	284,58±15,42
<i>Notodiaptomus isabellae</i>	YACI-M, YACI-B, RPAR-M1	896,37±33,36	1.093,68±43,91	277,08±12,24
<i>Notodiaptomus santafesinus</i>	RPAR-M1, RPAR-B1, RPAG-B	992,01±29,72	1.124,31±45,93	266,61±32,62
<i>Notodiaptomus spiniger</i>	FARE-M, MAC-M, MAC-B, SGRA-M, SGRA-B	1.491,47±82,61	1.708,48±151,04	424,64±40,84
<i>Notodiaptomus cf. spinuliferus</i>	RPAG-A	952,24	1.069,25	239,61
<i>Odontodiaptomus thomseni</i>	SGRA-B	1.088,22	1.251,46	254,14
<i>"Diaptomus" curvatus n. sp.</i>	YACI-M, YACI-B	1.346,86	1.488,29	348,26
<i>"Diaptomus" frutosae n. sp.</i>	YACI-M, YACI-B	923,29	1.117,88	251,32

Chaves de identificação¹

Subfamílias, gêneros e espécies da ordem Cyclopoida

Família Cyclopidae (baseado em Reid, 1985; Rocha, 1998; Ueda & Reid, 2003):

1. a. P4 com 2 segmentos → 2
b. P4 com 3 segmentos → 6
2. a. Segmento distal da P5 curto, com mesma largura e comprimento, com um espinho apical pequeno e uma cerda cerca de 2-3 vezes maior que esse espinho; A1 com 11-13 segmentos; P5 parecida com a Figura 3C → *Metacyclops* (9)
b. Segmento único da P5 longo, cerca de duas vezes mais longo que largo, com espinho pequeno apical e uma seta longa apical ; p5 parecida com a Figura 3D → *Microcyclops* (10)
3. a. Cerda apical interna da ramo caudal menor que o comprimento da cerda apical externa (0,7:1); cerda apical da P5 curta, atingindo o terço anterior do segmento genital → *Metacyclops laticornis* (Lowndes, 1934)
b. Segmento distal da P5 tão longo quanto largo; cerda apical interna da ramo caudal menor que a cerda apical externa (0,7:1); cerda apical mediana interna da ramo caudal 2 vezes ou menos o comprimento da ramo caudal → *Metacyclops mendocinus* (Wierzejski, 1892)
4. a. Segmento terminal do EndP1 com um poro; sem espinhos graduados na inserção do espinho apical do segmento terminal do EndP1 → 11
b. Segmento terminal do EndP1 com 2 poros; presença de espinhos graduados na inserção do espinho apical do segmento terminal do EndP1; linha de pequenos denticulos irregulares nas margens distais do segundo, terceiro e quarto prossomo → *Microcyclops ceibaensis* (Marsh, 1919)
c. Segmento terminal do Endp1 com 3 poros; presença de espinhos graduados na inserção do espinho apical do segmento terminal do EndP1; ramo caudal cerca de 2 vezes mais comprido que largo; seta mediana externa da ramo caudal cerca de duas vezes o comprimento da seta interna da ramo caudal; sem

¹ Baseada somente em fêmeas ovígeras de Cyclopoida e machos de Calanoida; as setas caudais foram excluídas das medidas de comprimento corporal.

- ornamentações nas divisões do prossomo → *Microcyclops mediasetosus* Dussart & Frutos, 1985
5. a. Ornamentações serriformes na divisão do segundo prossomo →
Microcyclops anceps anceps (Richard, 1897)
 - b. Quarto prossomo e primeiro urossomo com uma membrana hialina serrada na margem distal → *Microcyclops finitimus* Dussart, 1984
 6. a. Espinho interno da P5 mais curto que o segmento; P5 parecida com a Figura 3A; margem interna da ramo caudal lisa; expansão anterior do RS da fêmea pouco desenvolvida e arredondada; segmento terminal do EndP4 2,34 vezes mais longo que largo → *Acanthocyclops robustus* (Sars, 1863)
 - b. Cerda interna do segmento distal da P5 inserida próximo a metade da margem interna do segmento; P5 parecida com a Figura 3B; último segmento da A2 cerca de 3-5 vezes mais longo que largo → *Mesocyclops* (7)
 - c. Cerda interna do segmento distal da P5 inserida terminal ou subterminalmente; P5 parecida com a Figura 3E; último segmento da A2 cerca de 2 vezes mais longo que largo → *Thermocyclops* (11)
 - d. Segmento terminal da P5 com 3 cerdas e/ou espinhos; P5 parecida com a Figura 3F; ramo caudal curto, menor que 2,0 vezes mais longo que largo, espinho apical interno do endópodo da quarta pata cerca de 2 a 3 vezes o comprimento do próprio artículo → *Tropocyclops prasinus meridionalis*
 7. a. Basepodito da P1 com espinho mediano → 8
 - b. Basepodito da P1 sem espinho → 10
 8. a. Seta apical da P5 cerca de 2 vezes o comprimento do espinho mediano → *Mesocyclops longisetus* Dussart, 1987
 - b. Seta apical da P5 e espinho mediano aproximadamente iguais → 9
 9. a. Esclerito intercoxal da P4 com grandes e agudas proeminências → *Mesocyclops ellipticus* Kiefer, 1936
 - b. Esclerito intercoxal da P4 sem proeminências → *Mesocyclops meridianus* (Kiefer, 1926)
 10. a. Ramo caudal com cerdas finas → *Mesocyclops aspericornis* (Daday, 1906)
 - b. Ramo caudal sem cerdas ou com poucas na parte superior →
Mesocyclops ogunnus Onabamiro, 1957
 11. a. Esclerito intercoxal da P4 com proeminências bem desenvolvidas, com espínulos → *Thermocyclops decipiens* (Kiefer, 1929)

- b. Esclerito intercoxal da P4 liso ou com pequenas proeminências → 12
12. a. Espinho mediano do último segmento do EndP4 levemente menor que o lateral → *Thermocyclops inversus* Kiefer, 1936
- b. Espinho mediano do último segmento do EndP4 7 vezes maior que o espinho lateral → *Thermocyclops minutus* (Lowndes, 1934)

A Figura 3 apresenta um esquema básico para identificação dos gêneros de Cyclopoida encontrados, utilizando ilustrações das P5. O mesmo foi feito com as P5 dos gêneros de Calanoida (Figura 38 apresentada após a chave de identificação desses organismos).

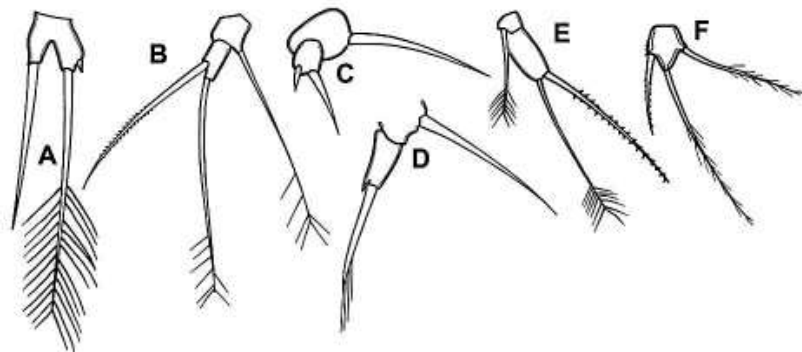


Figura 3. Quinta pata dos gêneros de Cyclopoida identificados no presente estudo. A. *Acanthocyclops*. B. *Mesocyclops*. C. *Metacyclops*. D. *Microcyclops*. E. *Thermocyclops*. F. *Tropocyclops*.

Diagnoses, comentários, ilustrações e micrografias

Acanthocyclops robustus (Sars, 1863) (Figuras 4, 5 e 6).

Diagnose: ♀ adulta, tamanho: 1.263µm. Basípodo da A2 com duas linhas de espínulos, e um diferente grupo com variações entre populações. Presença de uma forte curva na parte distal do último segmento torácico. SG 1,1 vezes mais longo que largo, RS dividido horizontalmente em duas partes, sendo a superior maior e sem invaginação, e a inferior menor e invaginada na porção proximal. Coxopodito com poucas e pequenas linhas de pequenos espínulos; espinho terminal do interno maior que o externo. Espinho lateral terminal do endópodo 1,2 maior que o mediano.

Comentários: O exemplar ilustrado foi coletado no trecho alto do rio Uruguai, no reservatório de Machadinho (MAC-M). Einsle (1996) aponta que essa espécie europeia possui ampla variabilidade sazonal e espacial. Na América do Sul, ela está sendo melhor investigada, pois alguns caracteres taxonômicos não corroboram com as descrições de *A. robustus*. São necessárias técnicas moleculares comparando populações sul-americanas com populações de outros continentes. Essa espécie distribui-se no sudeste e sul do Brasil, estendendo-se pelo Uruguai e Argentina. Fato curioso que nunca foi registrado no rio Paranapanema, entre os rios Tietê e Iguazu para os quais há registros, indicando duas possibilidades, (i) realmente nunca foi registrado no rio Paranapanema, porém está presente, em pequenas populações, ou (ii), de que a espécie foi introduzida no rio Tietê. Considerava-se que essa espécie tinha preferência por temperaturas mais baixas, porém ela foi encontrada no reservatório de Barra Bonita do rio Tietê no verão em temperatura elevada. Possivelmente, mais ao sul da bacia as populações dessa espécie possuem ciclos reprodutivos mais contínuos do que no sudeste do Brasil, podendo ser este o motivo de ainda não ter sido encontrada de forma mais frequente. O morfotipo encontrado no presente trabalho provavelmente difere do original de *A. robustus*, tendendo com o tempo a ser denominado como espécie distinta.



Figura 4. Distribuição espacial de *A. robustus* na bacia do Prata.

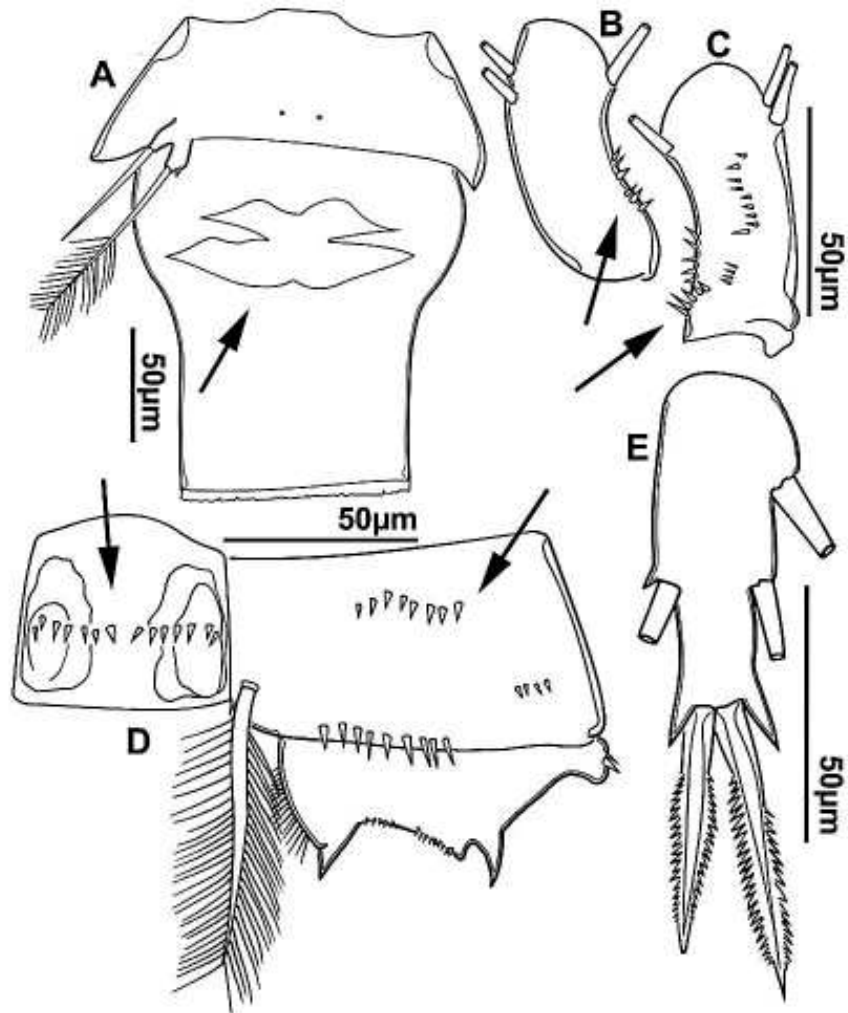


Figura 5. *Acanthocyclops robustus* ♀. A. Vista ventral do segmento genital-SG; B. Vista caudal e C. frontal do basípodo da antênula ou antena 2; D. P4 – Esclerito intercoxal, placa basal e coxa; E. Último segmento do endópodo da P4 esquerda.

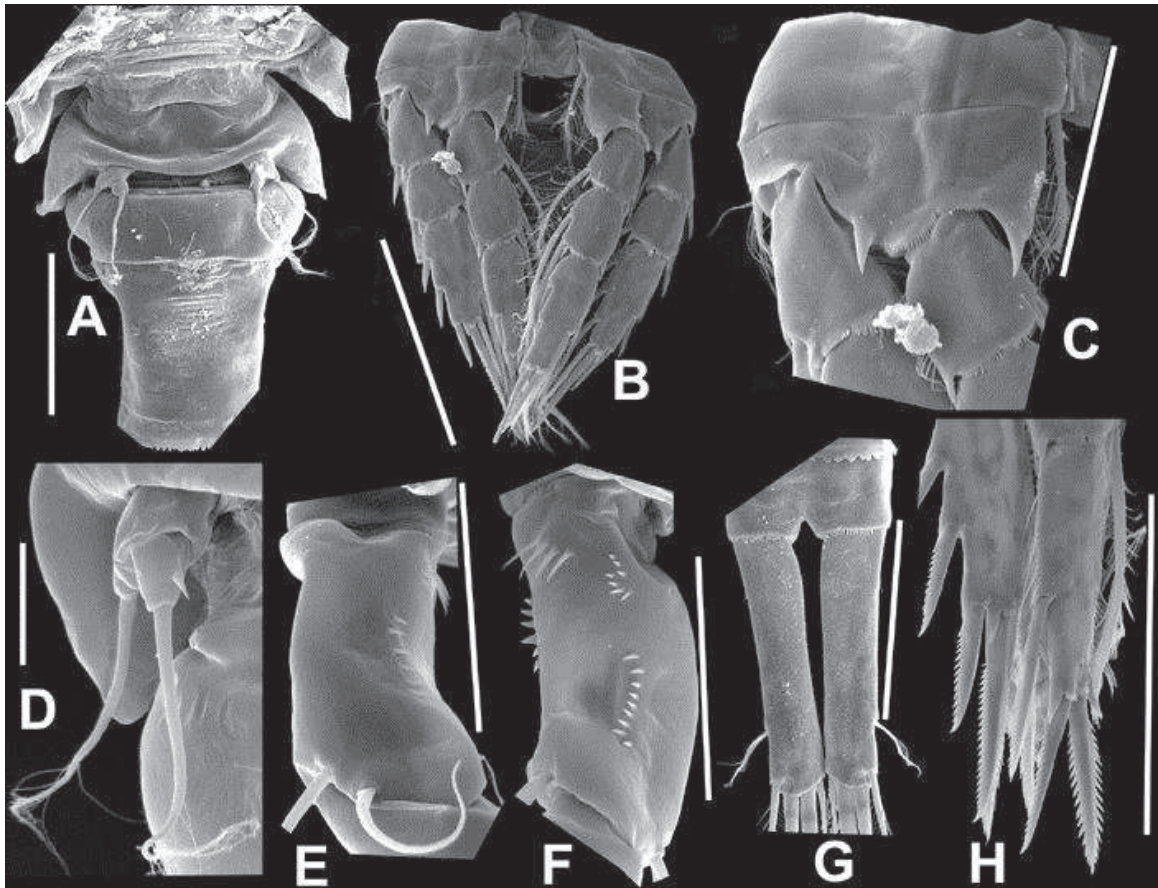


Figura 6. *Acanthocyclops robustus* ♀. A. Vista ventral do SG, e P5 (100µm). B. P4 completa (100µm). C. P4 direita – placa basal, coxa e primeiros segmentos (50µm); D. P5 direita (20µm). E. Vista caudal e F. frontal do basípodo da antênula ou antena 2 (50µm); G. Vista ventral do ramo caudal (100µm); H. Últimos segmentos da P4 – exópodo e endópodo (100µm).

Mesocyclops aspericornis (Daday, 1906) (Figuras 7 e 8).

Diagnose: ♀ adulta, tamanho: 1.302 µm. Ramo caudal com cerdas internas, cerca de 3 vezes mais longo que largo; com espínulos na inserção, dispostos em linha contínua. Segmento genital cerca de 1,1-1,3 vezes mais longo do que largo, sem cerdas. RS característico com afilamento na região distal dos prolongamentos laterais; braços laterais do RS largos e longos, margem anterior proximal usualmente sinuosa no meio. Dutos seminais transversos formando um V fundido no poro copulatório; duto copulatório geralmente com forte curvatura. Ornamentação de espínulos no coxopodito da P4 composta de 4-10 espínulos em colunas intermitentes até a margem distal; 4-11 espínulos corpulentos usualmente dispostos em uma linha sobre um ângulo lateral-distal; 4-12 grandes espínulos dispostos em uma linha até a margem proximal, e densas cerdas laterais. Espinho apical interno do endopodito 3 da P4 cerca de 1,14 maior que o externo. Base da A2 com padrões de ornamentação de espínulos semelhante ao tipo *leuckarti*, apresentados com um amplo campo de espínulos ao nível de implantação da seta mediana; ângulo lateral-distal do campo usualmente retangular, e grupo de espínulos bem pequenos entre os espínulos proximais oblíquos e coluna de espínulos longitudinais; e espínulos próximos à margem distal. Ornamentação de espínulos na face frontal da base da A2 é composta por 17-35 espínulos dispostos em coluna longitudinal e coluna transversa distalmente aos espínulos até a margem proximal; na face caudal uma fileira de espínulos interrompida medialmente, com alguns grupos de minúsculos espínulos em uma linha longitudinal e um grupo distal disperso. Antena 1 com membrana hialina do último segmento fortemente invaginada, essa membrana estendendo-se depois da inserção da seta mediana do segmento, com uma fenda ou curva grande em formato de V (*notch*, ou *indentations*).

Comentários: Coletado no trecho médio do rio Paraguai (RPAG-M), com fluxo reduzido e muitos bancos de macrófitas à deriva. Essa espécie também foi encontrada na região de desembocadura do reservatório de Rosana (rio Paranapanema) por G. Perbiche-Neves, em 2009. Silva (2003) encontrou essa espécie no reservatório de Barra Bonita, realizando o primeiro registro dessa espécie para o estado de São Paulo. A espécie havia sido registrada anteriormente por Reid *et al.* (1988) em Minas Gerais e Reid *et al.* (1993) no Distrito Federal. Reid (1985) cita a ocorrência dessa espécie na Colômbia, Venezuela, Antilhas, África, Ásia e ilhas do oceano Pacífico. É uma das poucas espécies de *Mesocyclops* considerada cosmopolita (Dussart & Fernando, 1984), sendo uma espécie pantropical (Holynska, 2000), presente também no continente

Australiano. Ueda & Reid (2003) citam a ocorrência dessa espécie nas ilhas de Sumatra, Singapura e Havaí.



Figura 7. Distribuição de *Mesocyclops aspericornis* na Bacia do Prata.

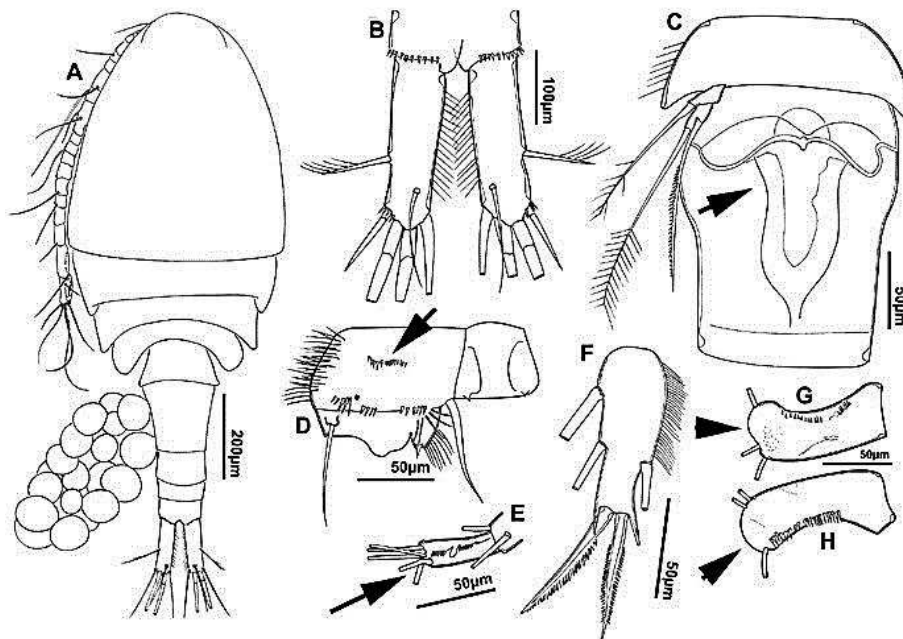


Figura 8. *Mesocyclops aspericornis* ♀. A. Vista dorsal de exemplar adulta; B. Vista dorsal do ramo caudal; C. Vista ventral do SG; D. P4- Esclerito intercoxal, placa e coxa; E. Último segmento da antena 1. F. Segmento terminal do endópodo da P4; G. Basípodo da antena 2 – caudal; H. Basípodo da antena 2 – frontal.

Mesocyclops ellipticus Kiefer, 1936 (Figura 9 e 10).

Diagnose: ♀ adulta, tamanho: 965 µm. Espínulos no lado ventral da ramo caudal, sendo menores próximo à seta mediana lateral, sem espínulos nas laterais e próximo à junção da seta caudal terminal. SG 1,0-1,2 vezes mais longo do que largo, RS com braços laterais bastante estreitos, dutos copulatórios transversos bem visíveis, curtos e bastante curvados numa vista oblíqua; RS com formato elíptico, não estendendo-se da metade do segmento genital, considerando as distâncias do poro genital e o final do segmento. A ornamentação de espínulos na face caudal do coxopodito da P4 é composta por: 5-11 espínulos até a margem distal, espínulos pequenos na metade; linha de espinhos relativamente pequenos no ângulo lateral distal; grupos de espinhos próximos à margem e linha oblíqua e conspícua de espínulos longos medianos formando um grupo, espinhos laterais no grupo lateral mais forte do que os outros; cerdas próximas à margem lateral. Espinho terminal do endópodo da P4 cerca de 1,1 maior que o mediano; margem lateral do espinho terminal mediano com muitos dentes. Segmento terminal da A1 com pequenas invaginações serrilhadas na membrana hialina, essa se estendendo além da inserção da seta mediana nesse segmento. No basípodo da A2, a ornamentação dos espínulos na face caudal é a seguinte: sem linhas oblíquas de espínulos finos começando na metade distal da borda, poucos espínulos bem pequenos num ângulo próximo medial, número de espínulos em linha longitudinal até a margem lateral, entre 7-11. Ainda no basípodo da A2, a face frontal de espínulos é composto por uma pequena linha até a margem lateral, e um grupo próximo da implantação da seta do exopodito.

Comentários: No presente estudo, essa espécie foi encontrada somente no trecho alto do rio Paraguai, um trecho com fluxo reduzido e muitos bancos de macrófitas aquáticas à deriva, especialmente *Eicchornia* sp.. Ueda & Reid (2003) apontam que essa espécie ocorre em pequenas poças de água e também em grandes lagos, como o Lago Maracaibo, na Venezuela. No Brasil, Silva (2003) encontrou essa espécie no reservatório eutrófico de Barra Bonita, contrastando pelo apontado por Dussart (1984) e Rocha & Botelho (1998), que sugerem haver preferência desta espécie por águas oligotróficas. Espécie de fácil reconhecimento pelo formato elíptico do receptáculo seminal e também pelo basípodo da A2 e coxopodito. Pode ser confundida com *Mesocyclops reidae*, porém essa tem distribuição na América Central e sul da América do Norte.



Figura 9. Distribuição de *M. ellipticus* no presente estudo.

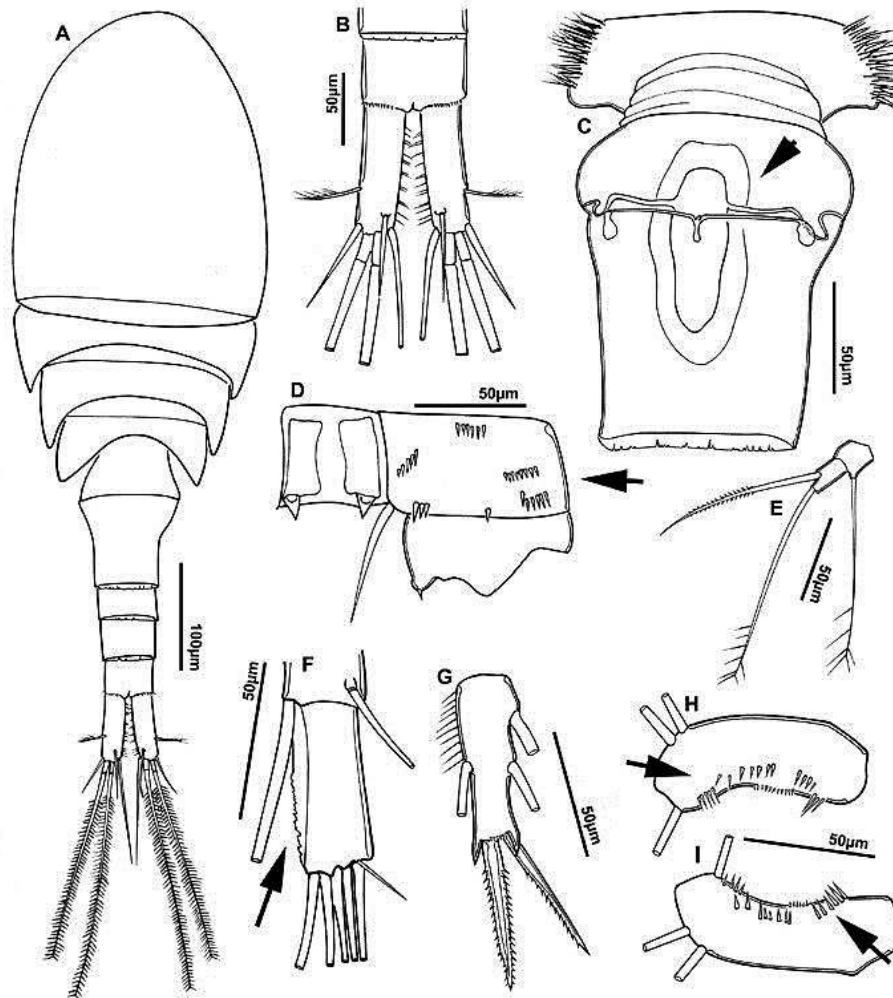


Figura 10. *Mesocyclops ellipticus* ♀. A. Vista dorsal de fêmea adulta; B. Vista dorsal do ramo caudal; C. Vista ventral do SG; D. P4- Esclerito intercoxal, placa e coxa; E. P5; F. Último segmento da antena 1; G. Segmento terminal do endópodo da P4; H. Basípodo da antena 2 – face frontal; I. Basípodo da antena 2 - face caudal.

Mesocyclops longisetus curvatus Dussart, 1987 (Figuras 11 e 12)

Diagnose: ♀ adulta, tamanho: 1.597,18µm. Seta apical da P5 cerca de 2 vezes mais longo que o espinho mediado. Segmento terminal do EnpP4 cerca de 2,5 vezes mais longo que largo. RS característico, diferindo-se da forma *M. longisetus longisetus* por apresentar duas curvaturas côncavas nas extensões laterais. Ramo caudal cerca de 3,2 vezes mais longo que largo, com sétulas entre os ramos.

Comentários: O espécime que foi ilustrado foi encontrado no rio Iguazu, no reservatório de Foz do Areia (FARE-M). Apresenta ampla distribuição na bacia do alto rio Paraná, já tendo sido encontrado por diversos autores (ver mais registros em Lansac-Tôha et al., 2002). Ocorre principalmente em regiões limnéticas de reservatórios e de lagoas marginais, ocorrendo também em zonas litorâneas com presença de macrófitas aquáticas. Embora essa espécie possua ampla distribuição na bacia do alto rio Paraná, não foi encontrada por Silva (2003) em diversas amostragens no Estado de São Paulo. Por outro lado, nota-se que os trabalhos publicados desde a descrição dessa forma por Dussart, referem-se principalmente à essa forma e não a *M. longisetus longisetus*.



Figura 11. Distribuição geográfica de *M. longisetus curvatus* no presente estudo.

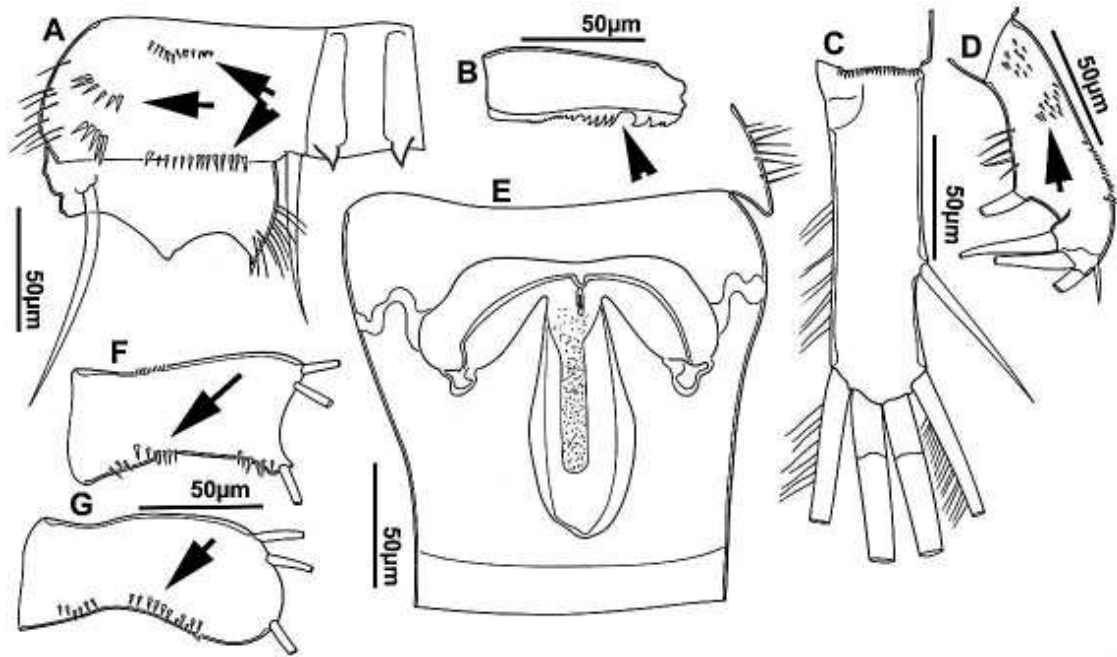


Figura 12. *Mesocyclops longisetus curvatus* ♀. A. P4- Esclerito intercoxal, placa e coxa; B. Último segmento da antena 1; C. Vista ventral do ramo caudal direito; D. Último segmento do endópodo da mandíbula; E Vista ventral do SG; F. Basípodo da antena 2 – caudal; G. Basípodo da antena 2 – frontal.

Mesocyclops meridianus (Kiefer, 1926) (Figuras 13 e 14)

Diagnose: ♀ adulta, tamanho: 1.097,08 µm. Membrana hialina no último segmento da A1 com fortes invaginações. Basípodo da A2 com padrão frontal de espínulos: coluna curta longitudinal ao longo à margem lateral, grupo próximo à inserção da seta externa, e coluna transversal de espínulos longos distalmente aos espínulos ao longo na margem externa. Margem distal do esclerito intercoxal da P4 lisa. RS com expansões laterais estreitas, quase filiformes e horizontais. Ramo caudal cerca de 3-4 vezes mais longo que largo, com margem interna lisa ou finamente hirsuta. Ramos caudais com sétulas na margem interna, e cerca de 4 vezes mais longo que largo.

Comentários: O espécime ilustrado foi coletado no rio Paraguai, no trecho médio. Essa espécie está amplamente distribuída na bacia do rio da Prata. Ela foi descrita por Kiefer (1926) através de amostras provenientes do rio Paraguai; foi, e ainda é, muito confundida com *Mesocyclops brasiliensis*, descrito na região amazônica pelo mesmo autor em 1933. Dussart (1984) apontou uma possível sinonímia de *M. meridianus* com *M. brasiliensis*. Gutiérrez-Aguirre & Suárez-Morales (2001) confirmaram algumas características morfológicas diferenciais entre as duas espécies, e identificaram espécimes do estado brasileiro de São Paulo como *M. meridianus*. Confirmando as suspeitas, posteriormente, Gutiérrez-Aguirre et al. (2006) realizaram uma revisão referente aos *Mesocyclops* neotropicais e apontaram que *M. brasiliensis* ocorre na região amazônica e *M. meridianus* mais ao sul do continente. Possivelmente registros no norte sejam de *M. brasiliensis*. A descrição original de *M. meridianus* foi feita no Paraguai, e vários trabalhos apontam a ocorrência de *M. meridianus* na bacia do rio da Prata, praticamente em todas regiões. Entretanto, E. Suárez-Morales (*com. pessoal*) reconhece que são necessários mais estudos, pois é um complexo de espécies de difícil discriminação somente com base na taxonomia morfológica. Frequentemente são encontrados espécimes com características intermediárias entre essas duas espécies. No presente estudo todos os organismos dessa espécie foram checados detalhadamente, sendo confirmados como *M. meridianus*. Análises moleculares são necessárias, comparando diversas regiões em todo o continente e buscando variações dentro de populações. Ao comparar essa espécie com outras apresentadas por Ueda & Reid (2003), percebe-se que ela pode ser confundida, grosso modo, com *Mesocyclops meridionalis*, *Mesocyclops pseudomeridianus* e *Mesocyclops paranaensis*.



Figura 13. Distribuição geográfica de *M. meridianus* no presente estudo.

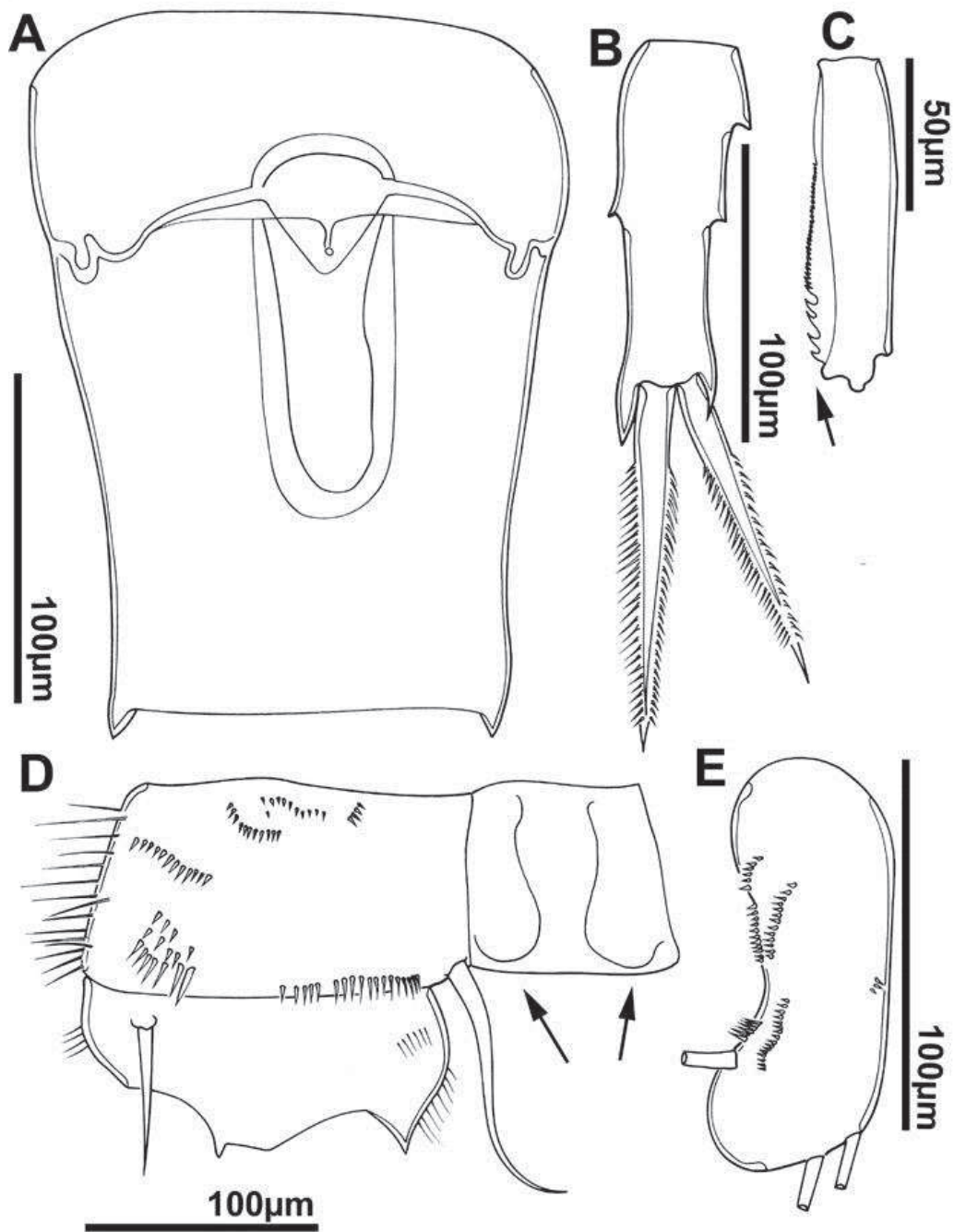


Figura 14. *Mesocyclops meridianus* ♀. A. Segmento genital; B. último segmento do endópodo da P4; C. Último segmento da A1; D. Placa basal, coxa e esclerito intercoxal da P4; E. Basípodo da A2 – frontal.

Mesocyclops ogunnus Onabamiro, 1957 (Figuras 15 e 16)

Diagnose: ♀ adulta, tamanho: 1.185,04µm. Basípodo da A2 com ornamentações de espínulos tanto na região frontal quanto caudal, do tipo “*leuckarti*”; face caudal com um grupo de grandes espínulos próximo à implantação da seta medial; e na porção medial uma coluna oblíqua de finos e pequenos espínulos começando na metade distal da margem, e alguns grupos de espínulos as vezes são presentes. Palpo da maxílula com a presença de uma fileira de espinhos na região anterior. Esclerito intercoxal da P4 com pequenas projeções na margem distal. Espinho apical do ultimo artículo do ExpP4 excede o espinho apical externo, podendo ser de tamanhos iguais. RS com projeções laterais largas e curvadas para trás. Ramos caudais cerca de 2,7 vezes mais longo que largo, se cerdas na margem interna.

Comentários: Espécime coletada no rio Grande, no reservatório de Água Vermelha (AVER-B). Essa espécie é originária da África e se encontra atualmente bem distribuída na região sudeste no Brasil. Possivelmente tenha vindo junto aos cultivos de tilápia. Mais estudos seriam necessários para verificar a sua real distribuição, se está restrita nas regiões pontualmente, ou se é limitada aos trópicos, pois mais ao sul da bacia do rio da Prata ela não foi encontrada, somente na região sudeste brasileira.



Figura 15. Distribuição geográfica de *M. ogunnus* no presente estudo.

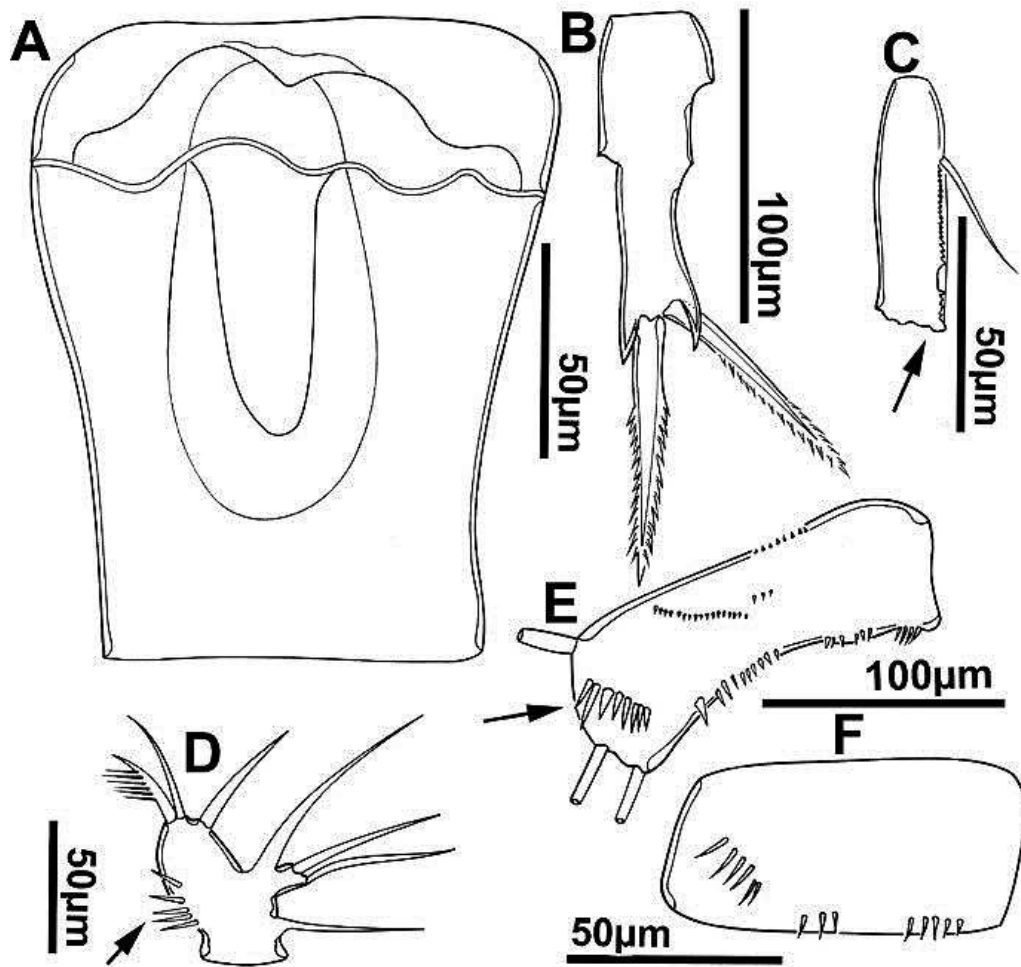


Figura 16. *Mesocyclops ogunnus* ♀. A. Segmento genital. B. Último segmento do endópodo da P4. C. Último segmento da A1. D. Palpo da maxíla. E. Basípodo da A2 – frontal. F. Placa basal da P4.

Metacyclops laticornis (Lowndes, 1934) (Figuras 17 e 18)

Diagnose: ♀ adulta, tamanho: 772,42 µm. Presença de 3 espínulos na ornamentação do esclerito intercoxal da P1. Presença de fileira de espínulos na margem distal do último segmento do urossomo, próximo à base do ramo caudal. Seta apical interna do ramo caudal com comprimento menor que a seta apical externa (0,7:1). Setas apical da P5 curta, atingindo o terço anterior do segmento genital.

Comentários: O espécime ilustrado foi encontrado no trecho médio do rio Paraguai (RPAG-M). Reid (1985) menciona a ocorrência dessa espécie no Paraguai, em brejos, e Dussart & Frutos (1985) encontraram essa espécie no médio rio Paraná, porém não apresentaram descrição. Menu-Marque (*com. pessoal*) fez alguns registros para a Argentina e fez a descrição do macho, até então desconhecido. No estudo essa espécie foi rara, ocorrendo em poucos indivíduos nas amostras coletadas e, nesse caso, pode não ser encontrado em estudos ecológicos em que geralmente a amostra inteira não é analisada, fato que também é válido para outras espécies. O gênero *Metacyclops* possui um elevado número de espécies e nos estudos de organismos planctônicos, poucas espécies são encontradas. A maioria ocorre em brejos, poças e ambientes efêmeros.



Figura 17. Distribuição geográfica de *M. laticornis* no presente estudo.

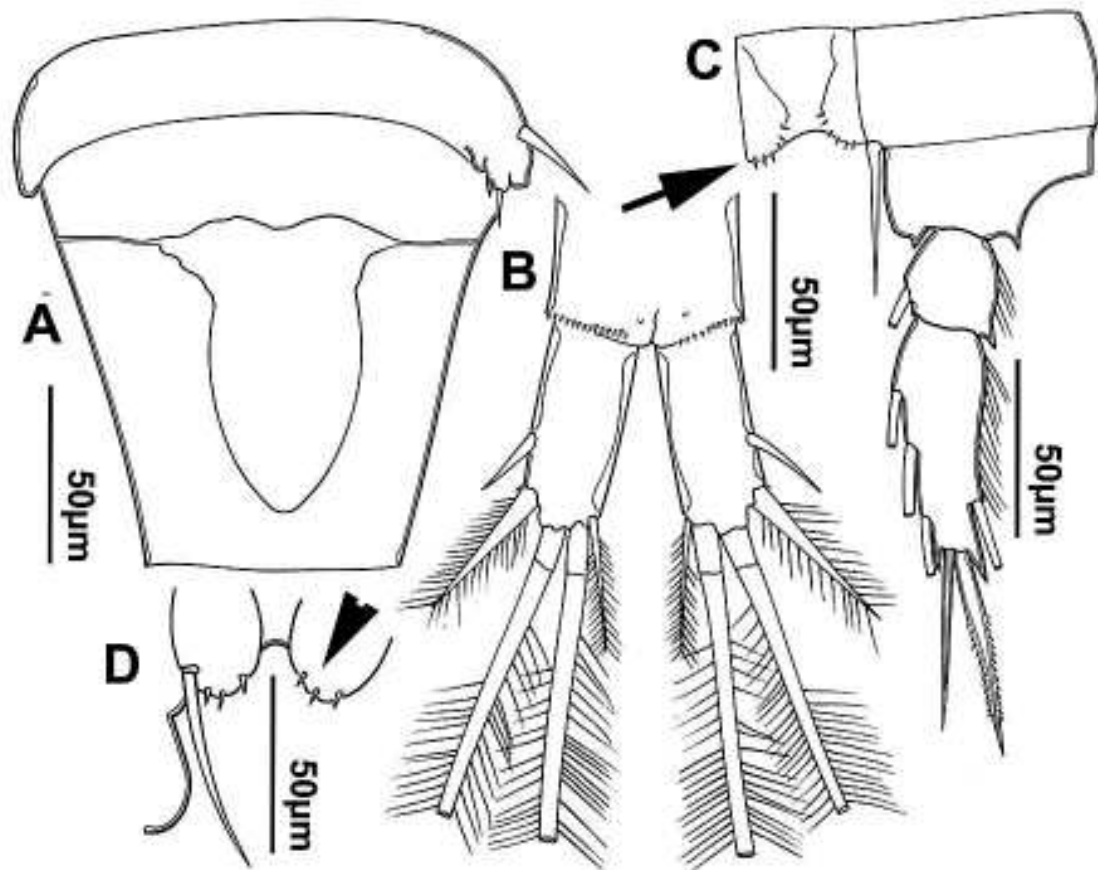


Figura 18. *Metacyclops laticornis* ♀. A. Vista ventral do SG; B. Vista ventral do ramo caudal; C. P4 - Esclerito intercoxal, placa, coxa e endópodo; D. P1 – detalhes no esclerito intercoxal P5.

Metacyclops mendocinus (Wierzejski, 1892) (Figuras 19 e 20)

Diagnose: ♀ adulta, tamanho: 1.145,21 µm. Seta apical interna do ramo caudal menor que a seta apical externa (0,7:1); seta apical mediana interna do ramo caudal 2 vezes ou menos o comprimento do ramo. Espinho apical interno do EndP4 cerca de 3 vezes o tamanho do externo. RS com projeções laterais curtas com parte proximal larga e distal afilada. Ramos da cauda cerca de 5 vezes mais longo que largo.

Comentários: O espécime ilustrado foi encontrado no rio Iguaçu, no reservatório de Foz do Areia. Silva (2003) destaca a presença dessa espécie em reservatórios impactados, o que foi suportado no presente estudo, pois foi encontrada no reservatório de Foz do Areia, o primeiro do rio Iguaçu, que recebe parte dos efluentes da cidade de Curitiba. Essa espécie apresenta ampla distribuição em reservatórios das regiões sudeste-sul brasileiras. Reid (1985) aponta sua ocorrência em alguns países da América do Sul. Espécie difícil de ser confundida, pelas P4 biarticuladas e ramos caudais relativamente longos, comparado a *Metacyclops* e *Microcyclops*.



Figura 19. Distribuição geográfica de *M. mendocinus* no presente estudo.

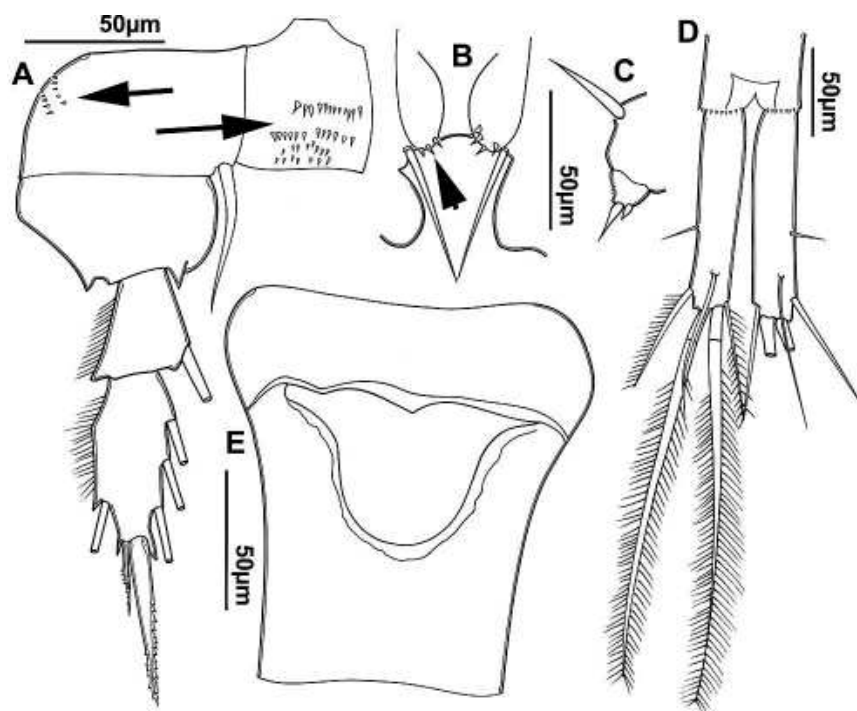


Figura 20. *Metacyclops mendocinus* ♀. A.P4 – Esclerito intercoxal, placa, coxa e endópodo; B. P1 – Detalhes no esclerito intercoxal; C. P5; D. Vista dorsal do ramo caudal; E. Vista ventral do SG.

Microcyclops anceps anceps (Richard, 1897) (Figuras 21 e 22)

Diagnose: ♀ adulta, tamanho: 717 µm. Na divisão entre o segundo e terceiro segmentos do tórax, existe uma linha de grandes invaginações ou fendas “*notch*” em formatos variados, em geral predomina formato de V, sobre a cutícula através da margem posterior do terceiro segmento; nos demais segmentos não existem tais estruturas. Nas setas medianas caudais da ramo caudal, as sétulas começam distantes entre si em ambos os lados. No segmento terminal do endópodo da P1 existe um poro próximo à margem externa; o formato serrilhado do espinho terminal do endópodo da P1 é levemente assimétrico, quando comparado a *Microcyclops finitimus* e *Microcyclops ceibaensis*.

Comentários: O exemplar ilustrado foi coletado no trecho alto do rio Paraguai (RPAG-A). Rocha (1998) publicou um trabalho com características simples e práticas para a identificação de 5 espécies de *Microcyclops* que ocorrem no Brasil. *Microcyclops anceps* é bem distribuído no Brasil e também com registros na Argentina (Dussart & Frutos, 1985; José de Paggi & Paggi, 2008). Reid (1985) aponta ampla ocorrência dessa espécie na América do Sul, além no Brasil e Argentina, também foi encontrada na Bolívia, Chile, Equador, Paraguai, Peru, Uruguai, Venezuela, América Central e México.



Figura 21. Distribuição geográfica de *M. anceps anceps* no presente estudo.

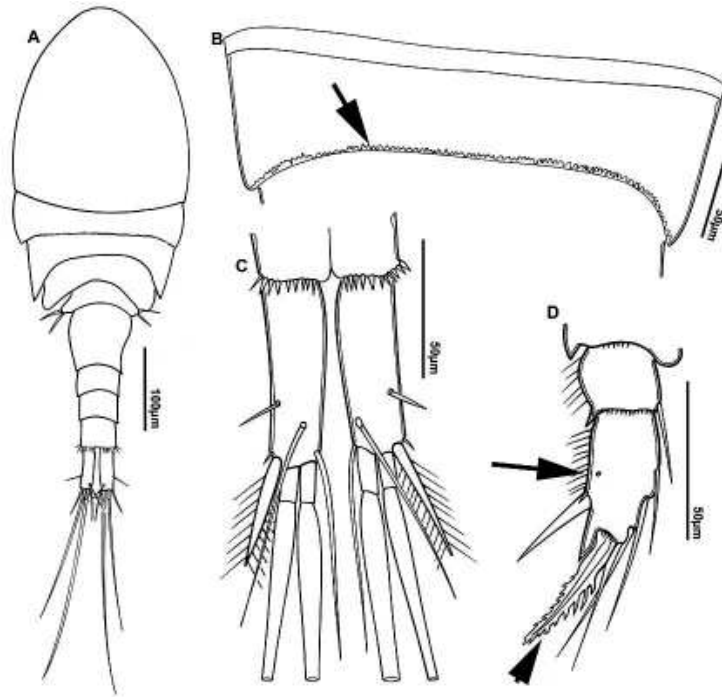


Figura 22. *Microcyclops anceps anceps* ♀. A. Vista dorsal de uma fêmea adulta; B. Detalhe na ornamentação existente na divisão posterior do segundo prossomo; C. Vista dorsal do ramo caudal; D. P1 – endópodo, detalhe no poro e na ornamentação do espinho terminal.

Microcyclops ceibaensis (Marsh, 1919) (Figuras 23 e 24)

Diagnose: ♀ adulta, tamanho: 867,97 µm. Placa basal da P4 com duas séries transversais de espínulos na face anterior. Ramo caudal 2,8-5 vezes mais longo que largo e com 5-6 espínulos inseridos anteriormente à seta lateral. Presença de uma linha irregular de pequenos denticulos na borda posterior dos prossomos 2 ao 4. Presença de dois poros na superfície do último segmento do EndP1, próximo à margem externa.

Comentários: O exemplar ilustrado foi encontrado no trecho baixo do rio Paraná (RPAR-B3). Reid (1985) aponta a ocorrência dessa espécie em vários países das Américas Central do Sul, na zona litorânea de lagos. Reid (1986) redescreveu essa espécie com material tipo depositado no Museu Nacional de História Natural dos Estados Unidos.



Figura 23. Distribuição geográfica de *M. ceibaensis* no presente estudo.

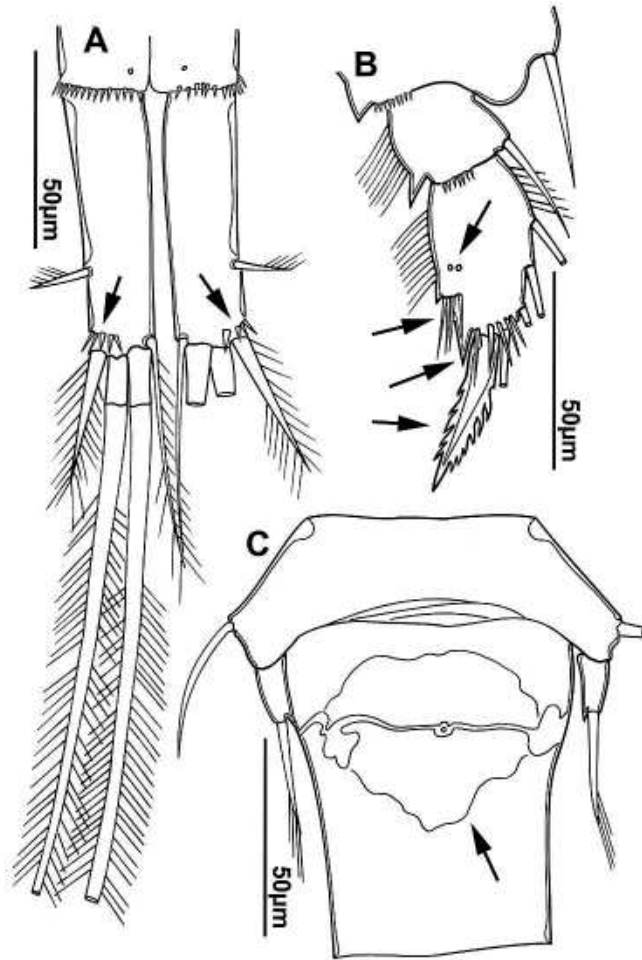


Figura 24. *Microcyclops ceibaensis* ♀. A. Vista ventral do ramo caudal; B. P1 – endópodo; C. Vista ventral do SG.

Microcyclops finitimus Dussart, 1984 (Figuras 25 e 26)

Diagnose: ♀ adulta, tamanho: 578,21µm. O quarto prossomo possui uma membrana hialina serrada na sua borda distal e nos cantos. Seta da P5 inserida no início da metade distal do segmento terminal. Presença de um poro na superfície do último segmento do EndP1, próximo à margem externa, e espinho apical com margem serrada e assimétrica.

Comentários: O exemplar ilustrado foi encontrado no rio Tietê, no reservatório de Três Irmãos (TIRM-M). Possui ampla distribuição na América do Sul, desde a Venezuela até a bacia do alto rio Paraná.



Figura 25. Distribuição geográfica de *M. finitimus* no presente estudo.

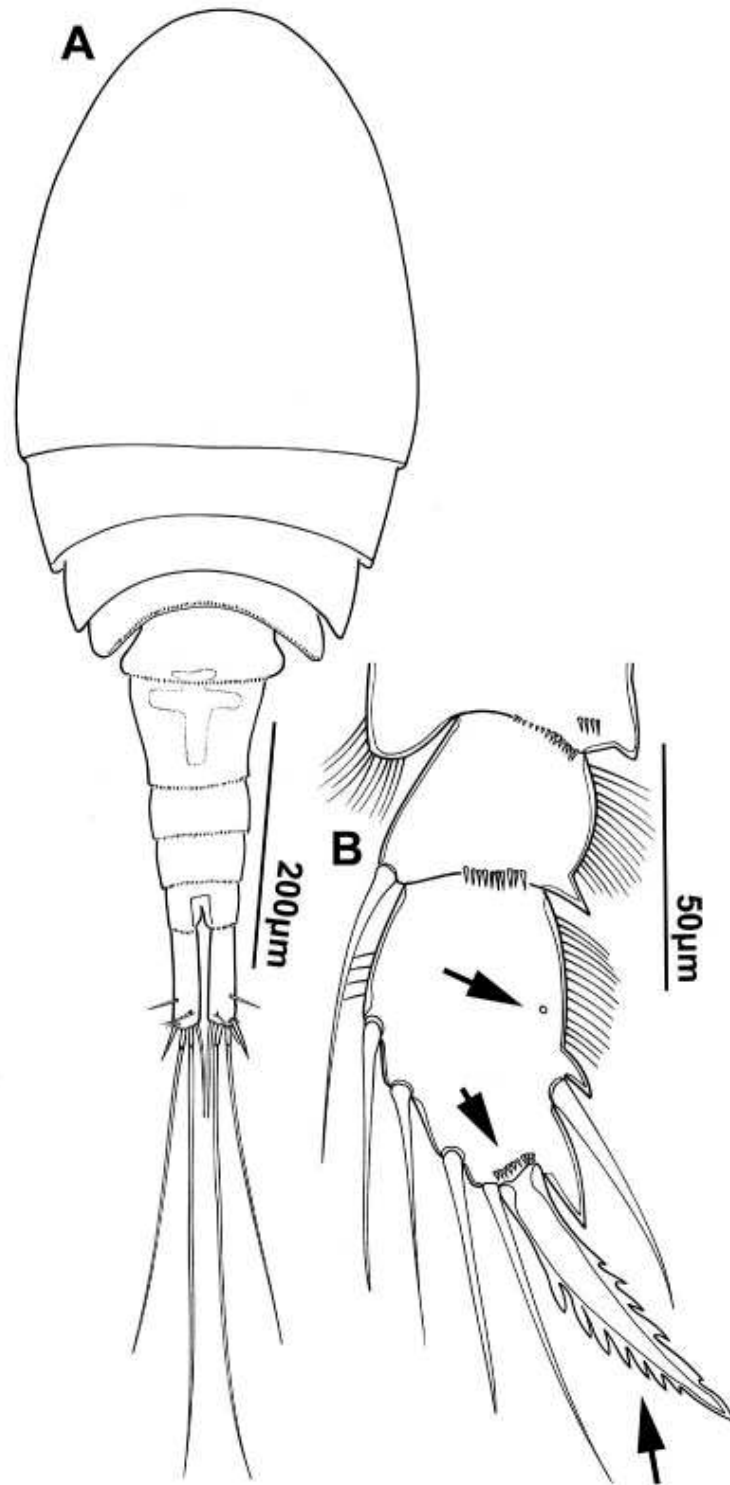


Figura 26. *Microcyclops finitimus* ♀. A. Vista dorsal de exemplar fêmea adulta, detalhe na ornamentação na margem do último prossomo; B. P1 – Endópodo, detalhe no poro e na ornamentação do espinho terminal.

Microcyclops mediasetosus Dussart & Frutos, 1985 (Figuras 27 e 28)

Diagnose: ♀ adulta, tamanho: 1.181,33µm. Sem ornamentações nas bordas distais do prossomo. Presença de três poros na superfície do último segmento do EndP1prossomo. RS é dividido em duas porções, uma acima e outra abaixo pelos dutos ovígeros, possui projeções laterais que se afinam levemente. Seta apical da P5 é cerca de 3 vezes mais longa que o segmento em que está inserido.

Comentários: O exemplar ilustrado foi encontrado no trecho baixo do rio Paraná (RPAR-B3).



Figura 27. Distribuição geográfica de *M. mediasetosus* no presente estudo.

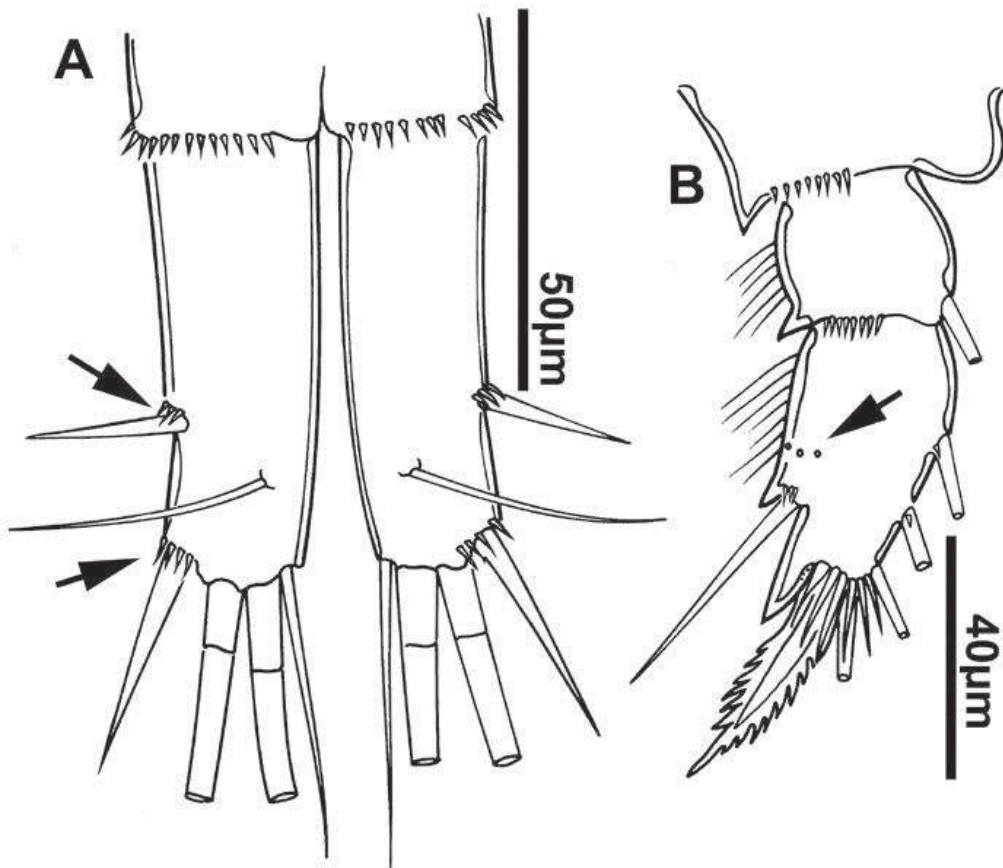


Figura 28. *Microcyclops mediasetosus* ♀. A. Ramo caudal; B. Endópodo da P4.

Thermocyclops decipiens (Kiefer, 1929) (Figuras 29, 30 e 31).

Diagnose: ♀ adulta, tamanho: 852 µm. Segmento 3 do endopodito da P4 com espinho interno 2,4 o tamanho do externo. Ramos caudais cerca de 2,5 mais longo que largo; espinho apical inserido no terço distal dos ramos; seta interna distal cerca de 3 vezes a externa distal. Esclerito intercoxal da P4 com ornamentações em forma de espinhos na margem distal. RS com projeções aliformes curvadas para trás. Para diferenciar de *Thermocyclops minutus* e *Thermocyclops inversus* de maneira prática, observar o formato do cefalotórax o qual lembra ser mais fusiforme e os maiores setas dos ramos caudais da ramo caudal lembram um aspecto de leque por serem curvados para dentro.

Comentários: O exemplar ilustrado foi encontrado no rio Uruguai, reservatório de Machadinho (MAC-M). Foi a espécie de Cyclopoida mais amplamente distribuída na bacia do rio da Prata, sendo encontrada no Brasil, Argentina, Paraguai, Uruguai e outros países no continente. Diversos estudos registram ampla ocorrência dessa espécie no país (Silva, 2003; Lansac-Tôha et al., 2005; Nogueira et al., 2008), presente também nos continentes asiático, africano e americano (Reid, 1989). É bem adaptada e frequentemente dominante em reservatórios e lagos, relacionada em alguns reservatórios com o aumento de trofia (Sendacz & Kubo, 1982; Landa et al., 2007; Silva, 2011), porém presente também em locais com menor grau de trofia, tanto em reservatórios de longo tempo de residência como fio d'água (Nogueira et al., 2008).

No presente trabalho essa espécie foi encontrada em quase todos os ambientes amostrados, ocorrendo tanto em reservatórios com características oligotróficas, como Furnas no rio Grande, e em reservatórios eutróficos, como Barra Bonita no rio Tietê e Foz do Areia no rio Iguçu, sendo dominante inclusive em ambos os reservatórios. Esse resultado sugere que o uso dessa espécie como bioindicadora, como tem sido feito, ou ainda da proporção dessa espécie comparada a de *Thermocyclops minutus*, deve ser tratado com cautela e nem sempre de forma generalizada. Estudos de longo prazo ou laboratoriais pode solucionar essa dúvida, testando experimentalmente hipóteses sobre a questão de dominância sobre *T. minutus*, em diferentes graus de trofia. Estudos dessa natureza também poderiam incluir a outra espécie co-ocorrente do gênero, *T. inversus*.



Figura 29. Distribuição geográfica de *T. decipiens* no presente estudo.

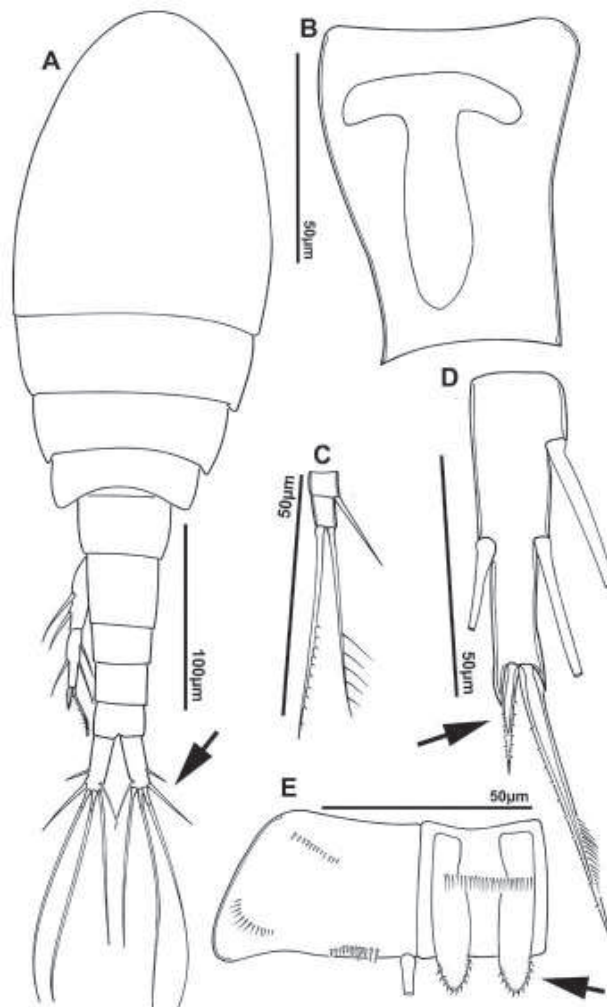


Figura 30. *Thermocyclops decipiens* ♀. A. Vista dorsal de uma fêmea adulta, detalhe no ramo caudal. B. Vista ventral do SG; C. P5. D. Segmento terminal do endópodo da P4; E. P4 – Esclerito intercoxal, placa e coxa.

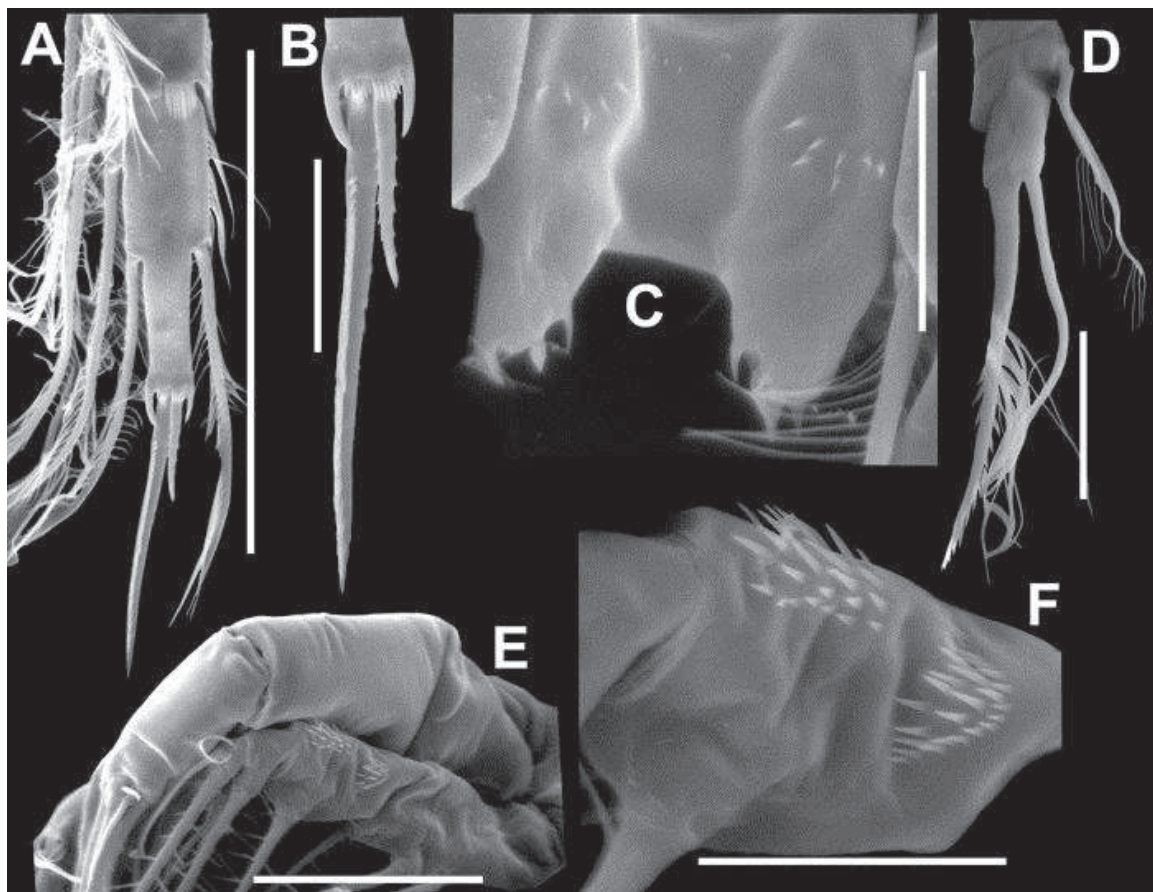


Figura 31. *Thermocyclops decipiens* ♀. A (100µm), B (20µm). Último segmento do endópodo da P4. C. Detalhe na ornamentação do esclerito intercoxal da P4 (20µm). D. P5 (20µm). E. Mandíbula direita (50µm). F. Detalhe no endópodo da mandíbula (20µm).

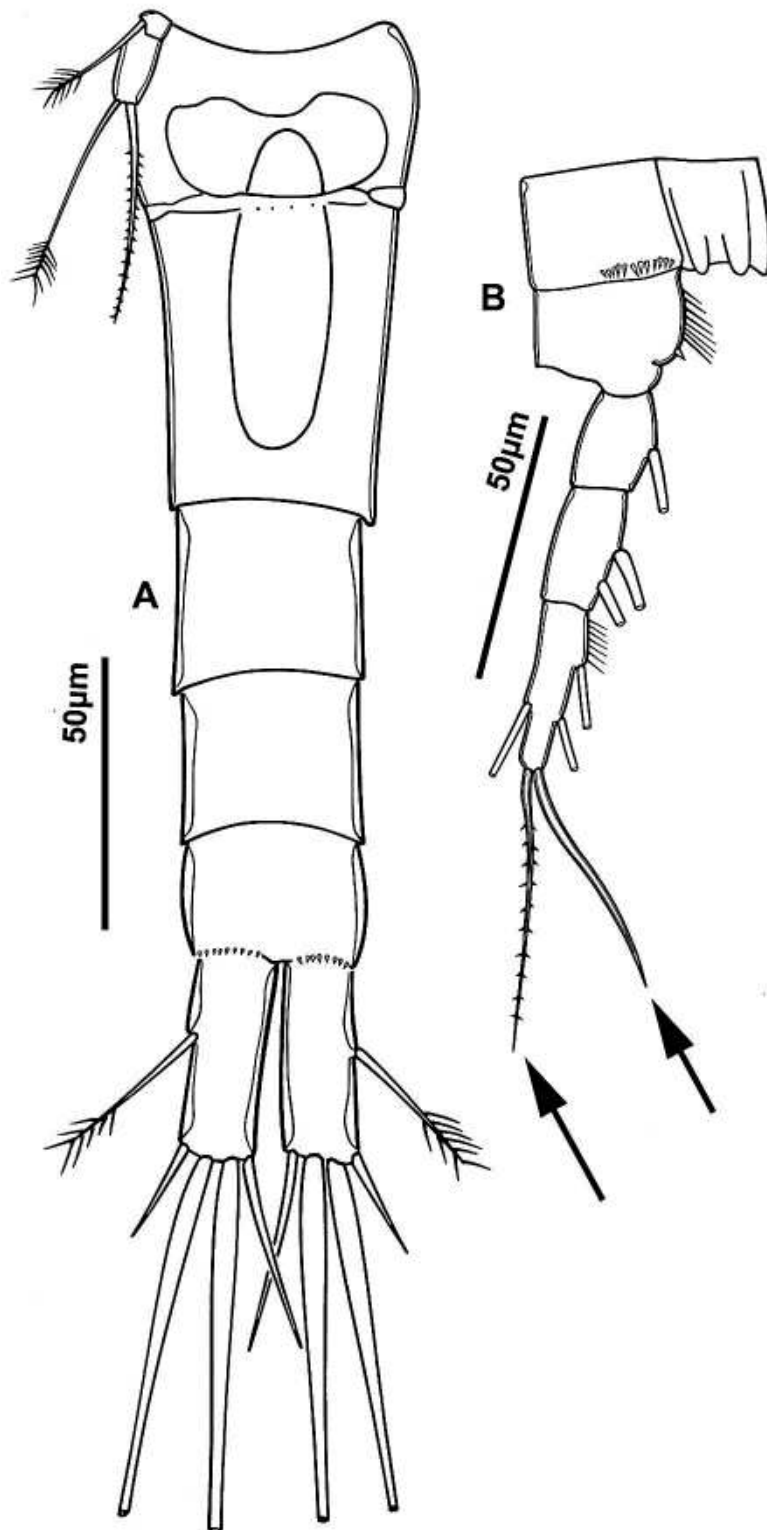


Figura 33. *Thermocyclops inversus* ♀. A. Vista ventral do abdômen, detalhe no SG e na P5; B. P4 – Esclerito, placa, coxa e endópodo.

Thermocyclops minutus (Lowndes, 1934) (Figuras 34 e 35).

Diagnose: ♀ adulta, tamanho: 500 µm. RS atinge 50% da metade inferior do SG. Braços laterais do RS relativamente curtos, com curvatura fechada para o lado posterior. Espinho do endópodo terminal da P4 com curvatura e mais longo que o comprimento do segmento, e ainda cerca de 5 vezes mais longo que o espinho lateral.

Comentários: Espécie comum em reservatórios brasileiros, registrada em muitos trabalhos. Em geral cita-se que essa espécie predomina em águas oligo/mesotróficas, e isso tem sido uma tendência válida, porém, existem alguns registros de sua ocorrência em graus tróficos mais elevados. A proporção dessa espécie comparada com *T. decipiens*, pode ser um indicativo do estado trófico, esperando encontrar maior abundância desse último em águas com maior trofia. Outros aspectos de competição parecem exercer forte influência, pois *T. decipiens* também pode dominar em águas oligo/mesotróficas, porém é raro *T. minutus* dominar em águas eutróficas. Essa espécie apresenta um tamanho pequeno em relação aos outros Cyclopoida, então deve ser tomado cuidado para não ser confundido como copepoditos de outras espécies maiores. O espinho terminal curvado na P4 é bastante útil na identificação.



Figura 34. Distribuição geográfica de *T. minutus* no presente estudo.

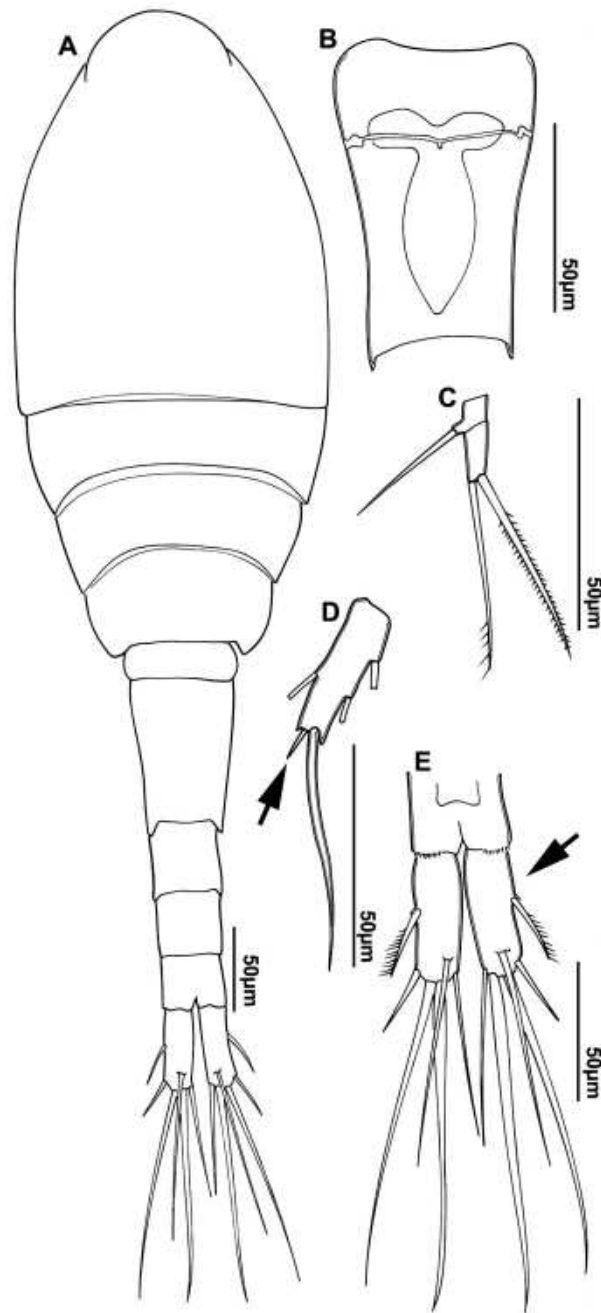


Figura 35. *Thermocyclops minutus* ♀. A. Vista dorsal de uma fêmea adulta; B. Vista ventral do SG; C. P5; D. Segmento terminal do endópodo da P4; E. Vista dorsal do ramo caudal.

Tropocyclops prasinus meridionalis (Kiefer, 1931) (Figuras 36 e 37).

Diagnose: ♀ adulta, tamanho: 500 µm. Cefalotórax bastante largo comparado ao urossomo; ramo caudal cerca de 1,7-2 vezes mais longo que largo; espinho interno do artículo terminal do EndP4 2,2-3,1 vezes o comprimento do próprio artículo ou cerca de 6 vezes o comprimento do espinho apical externo.

Comentários: Espécie comum em reservatórios da região sul do Brasil e da Argentina, ocorrendo também em ambientes efêmeros como poças de água, brejos e em locais onde poucas espécies conseguem sobreviver, suscetíveis a congelamento. Em reservatórios eutróficos pode ser dominante, se as condições forem desfavoráveis para outras espécies. Pelo seu pequeno tamanho, pode muitas vezes ser confundido como copepodito em estudos ecológicos. Outra subespécie co-ocorre com *T. prasinus meridionalis*, porém em *T. prasinus prasinus* o ramo caudal tende a ser levemente mais comprido do que em *T. prasinus meridionalis*.



Figura 36. Distribuição geográfica de *T. prasinus meridionalis* no presente estudo.

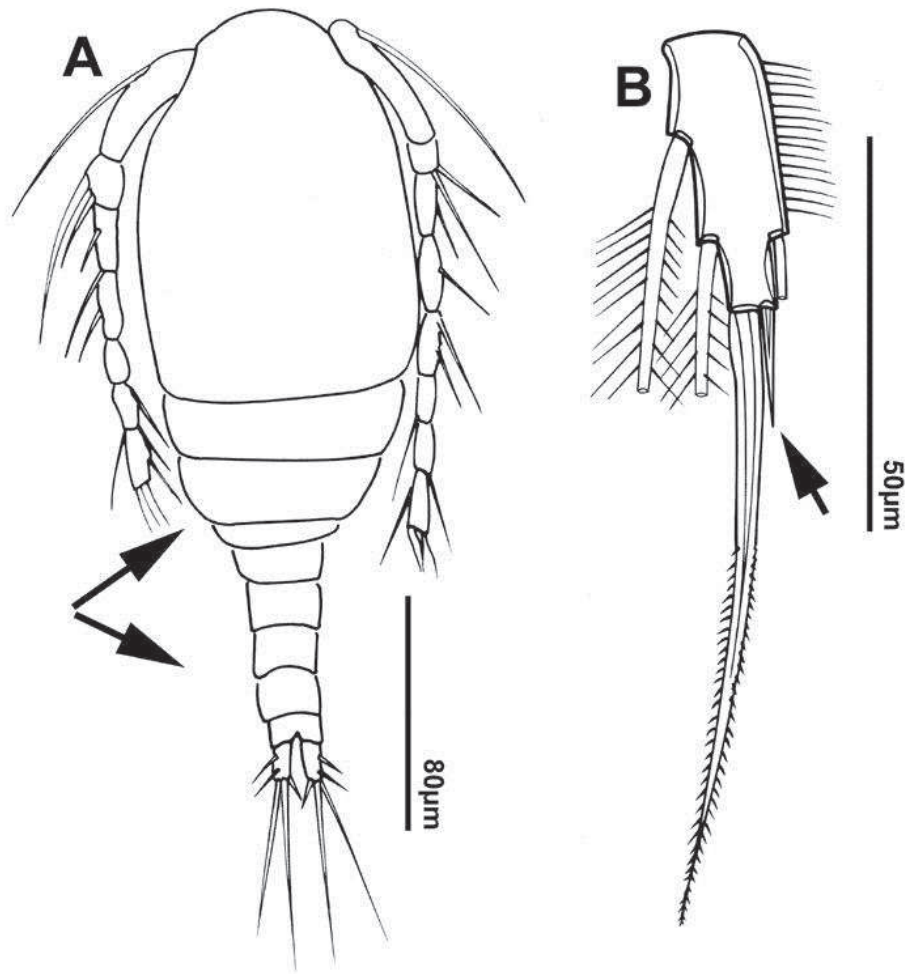


Figura 37. *Tropocyclops prasinus meridionalis* ♀. A. Vista dorsal de uma fêmea adulta; B. P4

Gêneros e espécies da ordem Calanoida

Família Diaptomidae (baseado em Wright, 1927, 1936, 1938, 1939; Brehm, 1933; Santos-Silva, 2000; Paggi, 2001, 2006; Dussart & Defaye, 2001; Previattelli, 2006; Previattelli & Santos-Silva, 2007)

1. a. Espinho lateral do último artículo do ExpP5 direita inserido próximo à base desse artículo → 2
b. Espinho lateral do último artículo do ExpP5 direita não inserido próximo à base desse artículo → 3
2. a. Exp1P5 com grande lobo posterior; espinho lateral do ExpP5 inserido na margem proximal. Sem processo espinhoso no segmento 14 da A1D. Ornamentação serrilhada na margem externa distal do segmento 20 da A1D. P5 parecida com a Figura 38B. → *Odontodiaptomus thomseni* (Brehm, 1933)
b. Urossomo 4 com um processo dorsal em formato sub-triangular, com comprimento equivalente à largura do urossomo em que está inserido. Segmento 11 da A1D com processo espinhoso na margem externa mais comprido do que o do segmento 13. Espinho lateral da P5 direita comprido, grosso e inserido na margem proximal do artículo terminal, fortemente curvado em 90 graus na porção medial, com comprimento de 2/3 da garra terminal, atingindo até a inserção dessa no artículo; garra terminal com torção em três planos. P5 parecida com a Figura 38E → “*Diaptomus*” *curvatus* Perbiche-Neves et al. (*in press*).
3. a. Exp1P5 direita 1,5 vezes mais largo que longo; Exp2P5 direita com formato triangular, quase tão longo quanto largo. Presença de linha de espínulos fortes na margem distal do prossomo 4. Processo diferenciado em formato de foice no segmento 20 da A1D, atingindo mais da metade do último segmento, com pequenas protuberâncias na margem proximal externa. P5 parecida com a Figura 38D → “*Diaptomus*” *frutosae* Perbiche-Neves et al. (*in press*).
b. Exp2P5 direita alongado, pelo menos duas vezes mais longo que largo → 4
4. a. Segmento 20 da A1D geralmente com um prolongamento curvado falciforme do mesmo comprimento que o segmento 21; presença de um espinho distinto nos segmentos 14 e 15 da A1D. BspP5 com diferentes ornamentações (grânulos tuberculares, as vezes pequenos espínulos) geralmente na superfície da margem interna, como ilustrado na Figura 38A. → *Argyrodiaptomus* (5)

b. Segmento 20 da A1D sem processo especial (exceto em alguns espécimes de *N. henseni*, *N. cf. spinuliferus* e *N. spiniger*), ou com lamela hialina longitudinal. Segmentos 10, 11, 13, 15 e 16 da A1D com processos espinhosos. BspP5 direita com um lobo quitinoso na superfície, podendo apresentar processo esclerotizado ou não, acúleo geralmente menor que o Exp2; comprimento da garra terminal curta ou no máximo média. P5 parecida com a Figura 38C →

Notodiptomus (8)

5. a. Presença de linha de espínulos dorsais no urossomo 4. Presença de processo falciforme na margem distal do segmento 20 da A1D, sendo esse mais comprido do que largo, levemente curvado, e atingindo além da metade do segmento 21 → 6

b. Sem linha de espínulos na face dorsal do urossomo 4 → 7

6. a. Presença de denticulos na margem distal dos prossomos 3 e 4. Seta modificada do segmento 13 da A1D alcançando ou ultrapassando a margem distal do segmento 14; sem processo espinhoso no segmento 14. Expansão na margem proximal interna da BspP5 direita alcançando a BspP5 esquerda, formando protuberância digitiforme → *Argyrodiaptomus denticultaus* (Pesta, 1927)

b. Presença de processo espinhoso na margem externa do segmento 14 da A1D. BspP5 direita sem expansão proximal → *Argyrodiaptomus falcifer* (Daday, 1905)

7. a. Processo espinhoso do segmento 13 da A1D ultrapassa a metade do segmento 14; A1 não ultrapassam o prossomo. Duas fileiras de espínulos na margem distal do Enp1 da A2. Espinho lateral da P5 direita curto, não ultrapassando o terço proximal da garra terminal. Comprimento corporal maior que 1.700µm →

Argyrodiaptomus azevedoi (Wright, 1935)

b. Base da P5 esquerda com sétulas e grupos de denticulos pequenos e numerosos. Espinho lateral da P5 levemente curvado apenas no ápice, localizado no quarto distal do segmento, alcançando entre o primeiro terço ou a metade do comprimento da garra terminal. Comprimento corporal não superior a 1.450µm → *Argyrodiaptomus furcatus* (Sars, 1901).

8. a. Espinho lateral da P5 direita curto, menor que 1/5 do tamanho da garra terminal → 9

b. Espinho lateral da P5 direita médio, até 1/5 do tamanho da garra terminal →

- c. Espinho lateral da P5 direita longo, até 1/3 do tamanho da garra lateral → 13
9. a. Espinho lateral do Exp2P5 direita inserido numa protuberância semicircular. Segmento 13 da A1D atinge a margem distal do segmento 14 → *Notodiptomus coniferoides* (Wright, 1927)
- b. Espinho lateral do Exp2P5 direita inserido diretamente no artículo → 10
10. a. Presença de uma fila de espínulos no primeiro segmento da A1D. Comprimento corporal não superior a 1.150 m → *Notodiptomus iheringi* (Wright, 1935).
- b. Ausência de espínulos no primeiro segmento da A1D; processo espinhoso longo na margem externa do segmento 15 da A1D, o qual atinge a margem distal desse segmento. Comprimento corporal maior que 1.450 m → *Notodiptomus conifer* (Sars, 1901).
- c. Ausência de fila de espínulos no primeiro segmento da A1D; presença de 2 setas no segmento 11 da A1E. Presença de um sulco coberto por pequenos tubérculos na superfície da BspP5 direita. Comprimento corporal não superior a 1.250 m → *Notodiptomus cearensis* (Wright, 1936)
- d. Ausência de fila de espínulos no primeiro segmento da A1D. Presença de espínulos na margem distal do último segmento do prossomo. Prolongamento na margem proximal interna do BspP5 direita atingindo a P5 esquerda. Comprimento corporal não superior a 950 m → *Notodiptomus isabelae* (Wright, 1936).
11. a. Presença de processos esclerotizados semicirculares na margem proximal interna do BspP5 esquerda e direita, sendo um grande na direita e dois pequenos na esquerda → *Notodiptomus henseni* (Dahl, 1894).
- b. Sem processos esclerotizados na margem proximal interna do BspP5 → 9
12. a. Exp1P5 direita mais largo que longo. Seta caudal com raque ornamentada → *Notodiptomus incompositus* (Brian, 1926)
- b. Presença de uma linha de fortes espínulos na margem distal do segmento 5 do prossomo. Exp1P5 mais longo que largo; presença de pelo menos 4 pequenos processos esclerotizados na superfície dorsal do Exp2P5. Presença de um dente no início da seta caudal externa → *Notodiptomus dentatus* Paggi, 2001
13. a. Espinho lateral do Exp2P5 direita inserido bem próximo   inser o da garra terminal. Margem distal do segmento 20 da A1D terminando em um processo

- pequeno com ápice bifurcado → *Notodiptomus santafesinus* Ringuélet & Ferrato, 1967.
- b. Espinho lateral do Exp2P5 direita inserido não tão próximo da inserção da garra terminal → 14
14. a. Presença de um processo mamiforme na margem medial interna do BspP5 direita. Presença de um processo espinhoso bem desenvolvido na margem externa do segmento 15 da A1D. Geralmente com a presença de um prolongamento curvado na margem distal do artículo 20 da A1D, sendo esse cerca de 2 vezes mais longo que largo → *Notodiptomus spiniger* (Brian, 1925).
- b. Ausência de um processo mamiforme na margem interna do BspP5 direita → 15
15. a. Processo espinhoso na margem externa do artículo 13 da A1D atinge o início do artículo 14. Espinho lateral do Exp2P5 direita com terminação levemente curvada para o lado externo → *Notodiptomus carteri* (Lowndes, 1934)
- b. Processo espinhoso na margem externa do artículo 13 da A1D não atinge o início do artículo 14 → 16
16. a. Espinho lateral do Exp2P5 direita mede cerca de 50-60% do comprimento do artículo terminal; presença de linhas de espínulos dorsais nos prossomos 4 e 5 → *Notodiptomus cf. spinuliferus* (Dussart, 1985).
- b. Espinho lateral do Exp2P5 direita situado na porção mediana da margem externa, curvado para trás, atingindo quase o final do segmento em que está inserido; processos espinhosos desenvolvidos nos segmentos 15 e 16 da A1D; presença de espínulos dorsais nas margens distais dos segmentos 4 e 5 do prossomo → *Notodiptomus anisitsi* (Daday, 1905).

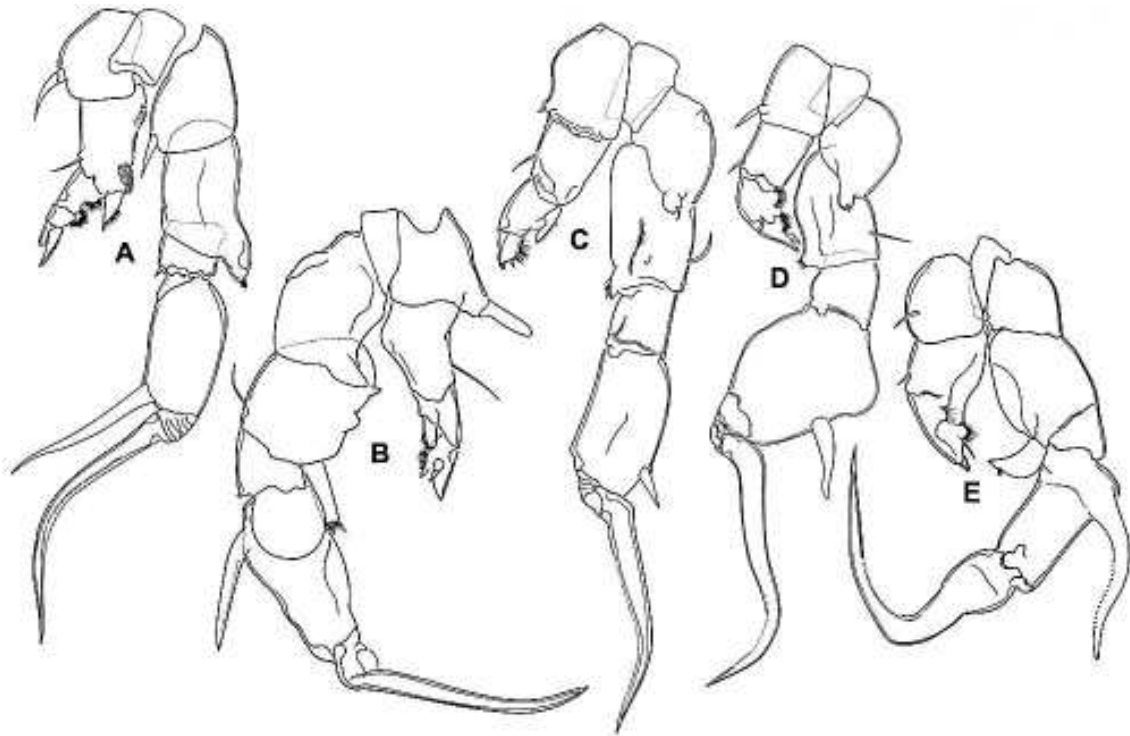


Figura 38. Ilustrações da quinta pata dos gêneros de Calanoida identificados no presente estudo. A. *Argyrodiaptomus*. B. *Odontodiaptomus*. C. *Notodiaptomus*. D. “*Diaptomus*” *frutosae*. E. “*Diaptomus*” *curvatus*.

Diagnoses, comentários, ilustrações e micrografias

Argyrodiaptomus azevedoi (Wright, 1935) (Figuras 39, 40, 41 e 42).

Diagnose: ♂ adulto, tamanho: 1.704 μm . A margem do segmento 2 da P5 possui um diversos espínulos e tubérculos com pequenas sétulas entre eles, proximamente existe uma pequena área ocupada por pequenos espínulos, e a borda remanescente é ocupada por pequenos tubérculos dispostos de maneira transversal e irregular, com aparência de marcas onduladas. O espinho lateral de tamanho médio é localizado em ângulo distal; seu tamanho é levemente menor do que a largura do segmento; e ainda há minúsculos espínulos. A garra terminal é duplamente curvada em sua parte principal e recurvada no término. Segmento 11 da A1D possui um espinho duas vezes o tamanho do espinho presente no segmento 10; segmento 13 possui um longo espinho que passa a metade do segmento 14.

Comentários: Para Diaptomidae de forma geral, o uso do segmento 20 na A1D deve ser cauteloso para a identificação das espécies, pois não é uma característica fixa em todos os espécimes de uma mesma população. Esse segmento usualmente possui um processo falciforme em sua margem distal, em diversas espécies, porém isso se deve a fenômenos de poecilandria (Paggi, 1976). Wright (1935) aponta que em 25 machos de *A. azevedoi* analisados, 11 deles não possuíam expansão nesse segmento. As ornamentações dos grupos de espínulos ou tubérculos observados nos basípodos da P5 dessa espécie são mostrados na Figura 39. A espécie é amplamente distribuída desde o nordeste do Brasil até o reservatório de Itaipu ao sul. Geralmente são encontrados poucos indivíduos numa amostra, levando alguns pesquisadores a concluírem que essa espécie está desaparecendo, assim como algumas outras, fato não comprovado e possivelmente especulativo. Embora essa espécie não tenha sido encontrada nos rios Grande e Paranapanema, já se tem registros prévios de sua ocorrência nestas bacias.



Figura 39. Distribuição geográfica de *A. azevedoi* no presente estudo.

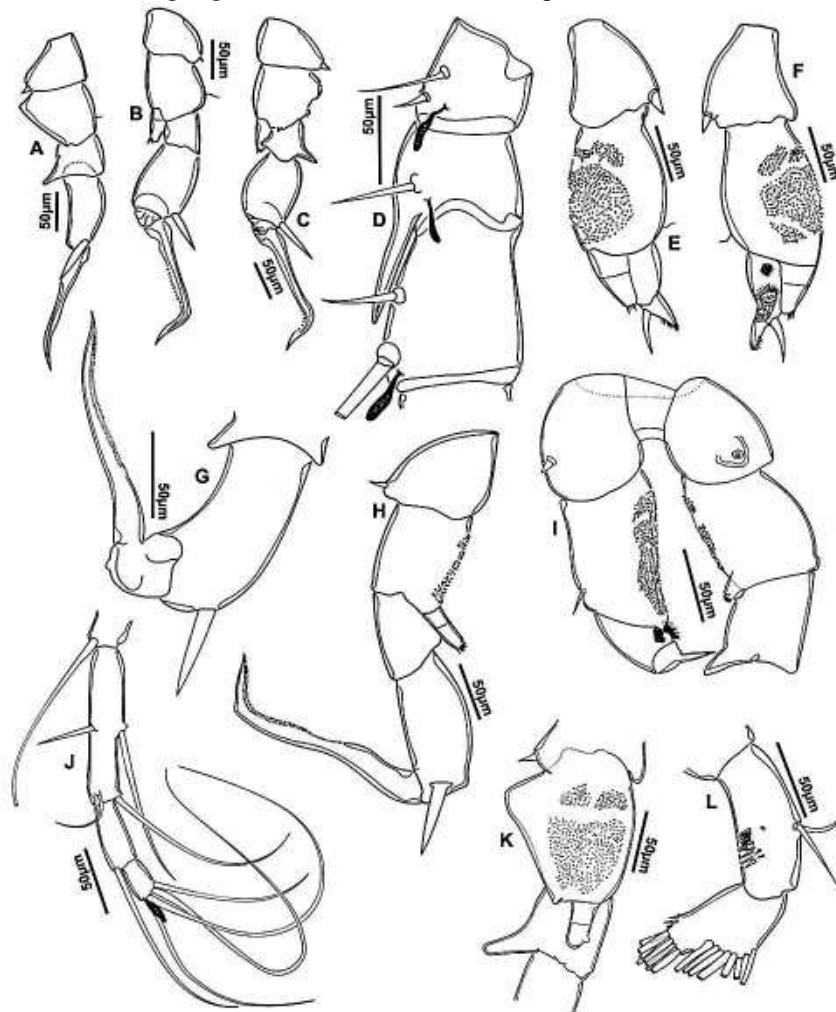


Figura 40. *Argyrodiaptomus azevedoi* ♂. A, B, C. P5 direita em diferentes ângulos; D. Segmentos 12, 13 e 14 da A1D; E, F. P5 esquerda em diferentes ângulos, com detalhes nas ornamentações dos grânulos superficiais; G. Articulo terminal do exopodito da P5 direita; H. P5 direita; I. P5 direita e esquerda – corte superior; J. Segmentos 20, 21 e 22 da A1D; K. P5 direita – detalhes nas ornamentações do basepodito; L. Segmento 1 do endópodo da A2, detalhes na disposição dos espínulos e do poro.

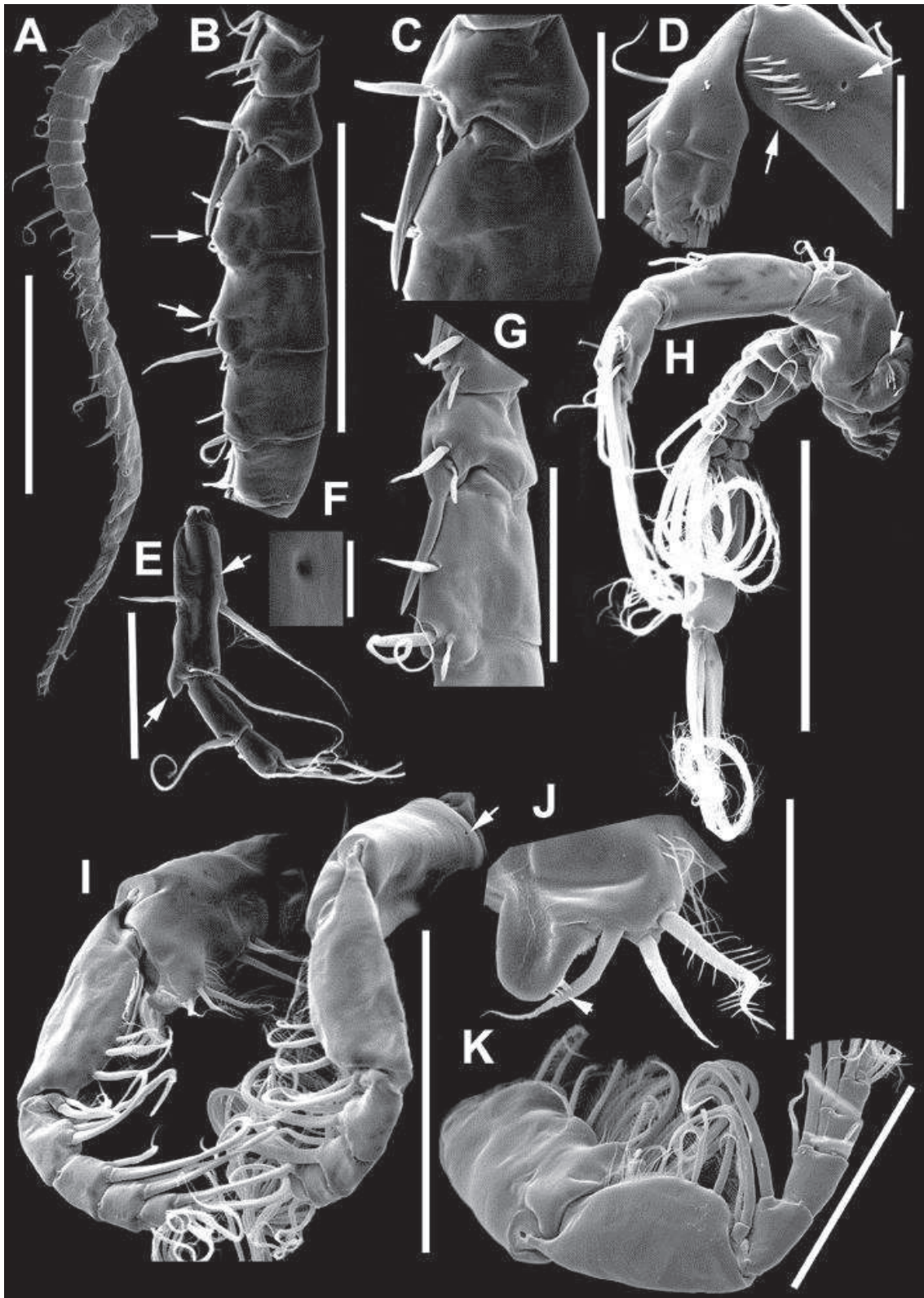


Figura 41. *Argyrodiaptomus azevedoi* ♂. A. Antênula direita (500µm). B. Segmentos 12-17 da A1D (300µm). C. Segmentos 13-14 da A1D (100µm). D. Enp da A2, com detalhe das duas fileiras de espinhos e o poro (50µm). E. Segmentos 20-22 da A1D (100µm). F. Detalhe no poro do segmento 20 da A1D (5µm). G. Segmentos 12-16 da A1D (100µm). H. A2 (200µm). I. Maxilípedes (200µm). J. Detalhe na gnatobase do maxilípede (50µm). K. Maxilípede (200µm).

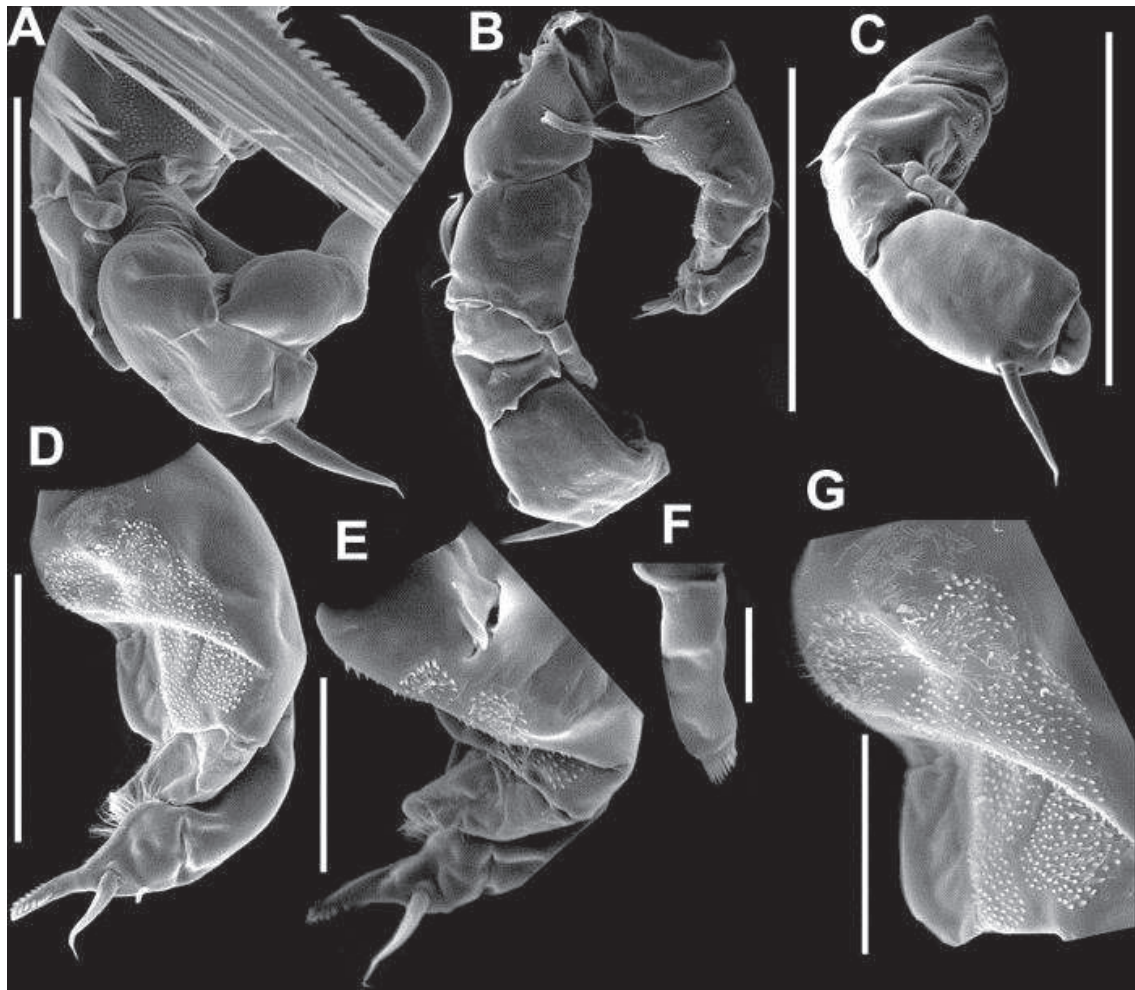


Figura 42. *Argyrodiaptomus azevedoi* ♂. A. P5 direita (100µm). B. P5 direita e esquerda (200µm). C. P5 direita (200µm). D. P5 esquerda (100µm). E. P5 esquerda (50µm). F. Endopodito da P5 direita (20µm). G. Base da P5 esquerda (50µm).

Argyrodiaptomus denticulatus (Pesta, 1927) (Figuras 43, 44 e 45)

Diagnose: ♂ adulto, tamanho: 1.657,07 μm . Segmento 4 do urossomo com linhas de espínulos ao longo da face dorsal. Antênulas estendendo-se além da porção distal do segmento 2 do urossomo, mas não além do ramo caudal. Seta modificada do segmento 13 da A1D atingindo a metade do segmento 14, com ápice agudo; processo espinhoso na margem externa do segmento 15 sempre presente e bem desenvolvido; processo falciforme no segmento 20 sempre presente, mais fino que comprido e levemente curvado, alcançando além da metade do segmento seguinte. Enp1A2 com uma fileira de espínulos na margem dorsal e um poro. Base da P5 direita com expansão na margem proximal interna, alcançando a base da perna esquerda, e coberta com espínulos ou tubérculos; superfície posterior com dobra oblíqua, ornamentada com pequenos tubérculos ao longo da borda.

Comentários: O exemplar ilustrado foi encontrado no rio Uruguai, no reservatório de Salto Grande (SGRA-B). Essa espécie é de fácil identificação comparada com as demais espécies, devido ao formato da P5 e linhas de espínulos dorsais no prossomo. Uma descrição completa da mesma pode ser encontrada em Previattelli (2006). A espécie ocorre em abundância nas porções baixas das bacias dos rios Paraná e Uruguai, tendo sido registrada em vários trabalhos, principalmente de pesquisadores argentinos. Santos-Silva (2008) aponta um registro dessa espécie no sul do Brasil, no Rio Grande do Sul. Previattelli (2006) mostra um registro dessa espécie na Bolívia, distante cerca de 1.300km ao norte do registro prévio mais ao norte. Essa espécie e outras desse gênero, que ocorrem no trecho baixo das bacias dos rios Paraná e Uruguai, possivelmente ocorrem também no sul do Brasil, porém estudos detalhados dessa distribuição são necessários.

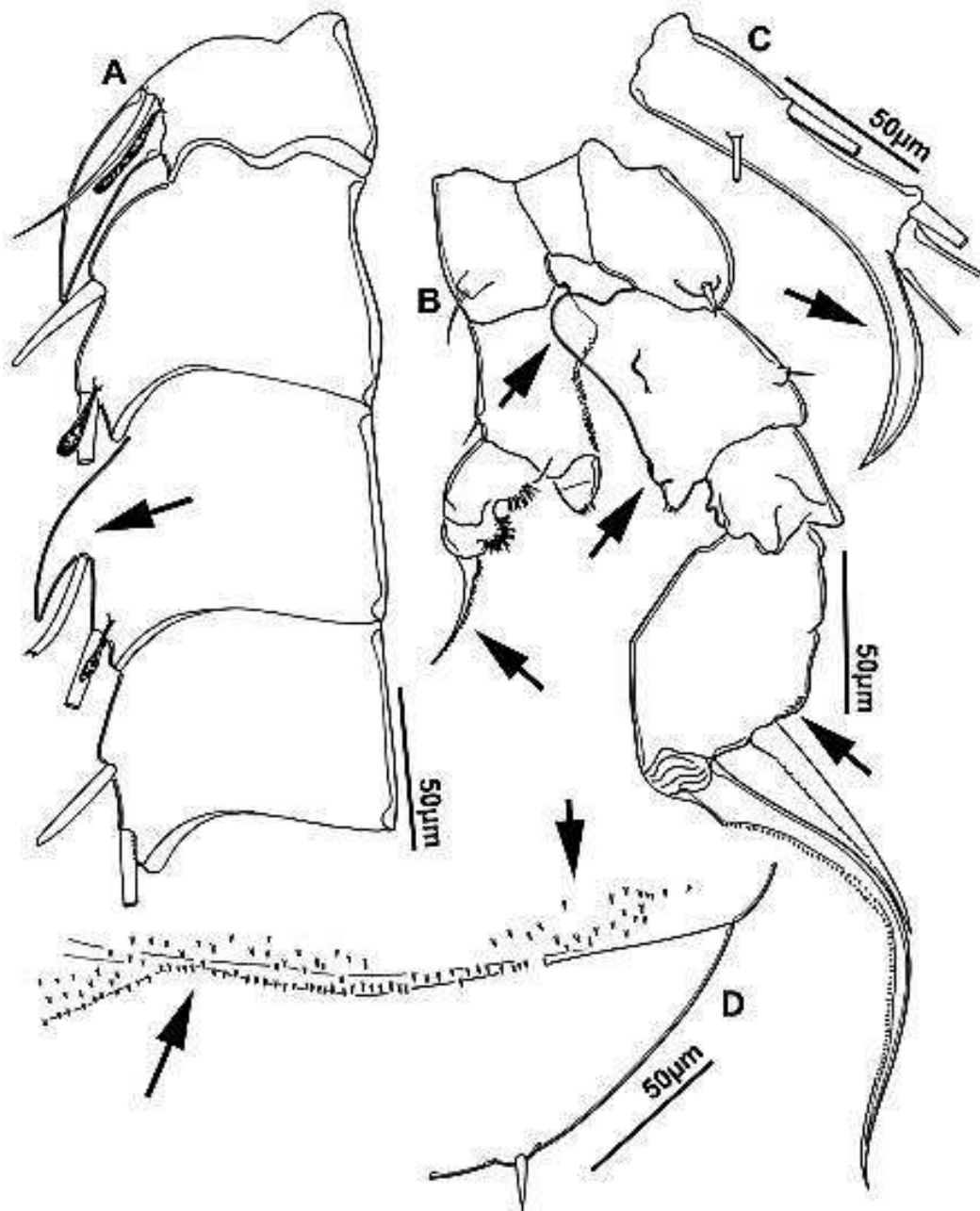


Figura 43. *Argyrodiaptomus denticulatus* ♂. A. Segmentos 13-16 da A1D, com detalhe no processo espinhoso do segmento 15; B. P5 completa, detalhe na expansão do basípodo da perna direita; C. Segmento 20 da A1D; D. Segmento 4-5 do prossomo, detalhe na disposição dos espínulos dorsais.

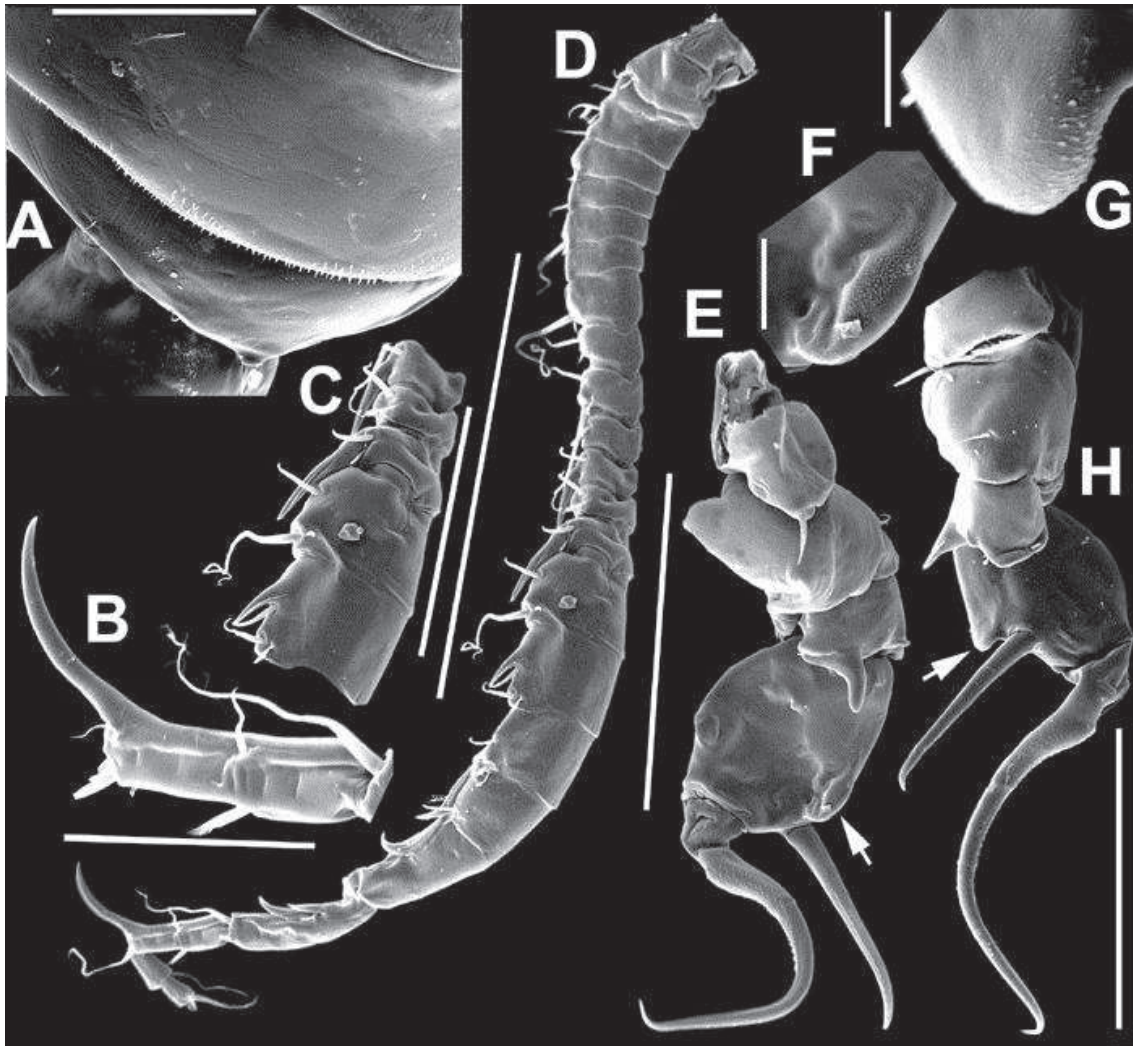


Figura 44. *Argyrodiaptomus denticulatus* ♂. A. Vista dorso-lateral dos prossomos 4 e 5 (100µm). B. Segmento 20 da A1D (100µm). C. Segmentos 11-15 da A1D (200µm). D. A1D (500µm). E. P5 direita (200µm). F, G. Detalhe no processo com grânulos na base do espinho lateral do último segmento da P5 (F=10µm; G=10µm). H. P5 direita (200µm).



Figura 45. Distribuição geográfica de *A. denticulatus* no presente estudo.

Argyrodiaptomus falcifer (Daday, 1905) (Figuras 46 e 47)

Diagnose: ♂ adulto, tamanho: 1.495,02 µm. Segmento 4 do urossomo com diferentes linhas transversais de espínulos. Margem interna dos ramos caudais com setas, margem externa lisa. BspP5 direita cerca de 1,5 vezes mais comprida que larga; margem distal da superfície com uma expansão longitudinal, com uma borda oblíqua com pequenos grânulos e um processo redondo com grânulos mais grossos no final da margem distal, próximo à base do EndP5. Espinho lateral do segundo artículo do ExpP5 direita rígido e curto, no tamanho da distância entre a sua inserção e a margem distal final do segmento. BspP5 esquerda cerca de 1,5 vezes mais longa que larga, com 2-3 grupos de grânulos os quais são mais espessos que o os demais presentes na BspP5 direita. Seta modificada no segmento 13 da A1D é curta, menor que o tamanho do segmento, processo espinhoso no segmento 14 bem desenvolvido, podendo estender-se após o término da seta modificada do segmento 13; processo espinhoso no segmento 15 da A1D menor do que o do segmento 14; processo espinhoso no segmento 16 é apenas vestigial; segmento 20 da A1D com uma lamela longitudinal estendendo-se da base proximal do segmento até a base do processo falciforme, quando presente. As ilustrações apresentadas abaixo foram gentilmente cedidas por Daniel Previattelli.

Comentários: Espécie encontrada no último ponto do trecho médio do rio Paraná (RPAR-M3), com apenas poucos indivíduos, algumas fêmeas e um único macho. Paggi (2006) elaborou um trabalho de re-descrição e re-avaliação de *A. falcifer* (era uma sinonímia de *A. argentinus*), no qual apresenta a sua distribuição geográfica na Argentina e em poucas regiões do Paraguai, com ilustrações de boa qualidade úteis para a sua identificação. No trabalho de Previattelli (2006), ilustrações também podem ser encontradas, porém esse autor considerou esse táxon ainda como sendo *Argyrodiaptomus argentinus*.

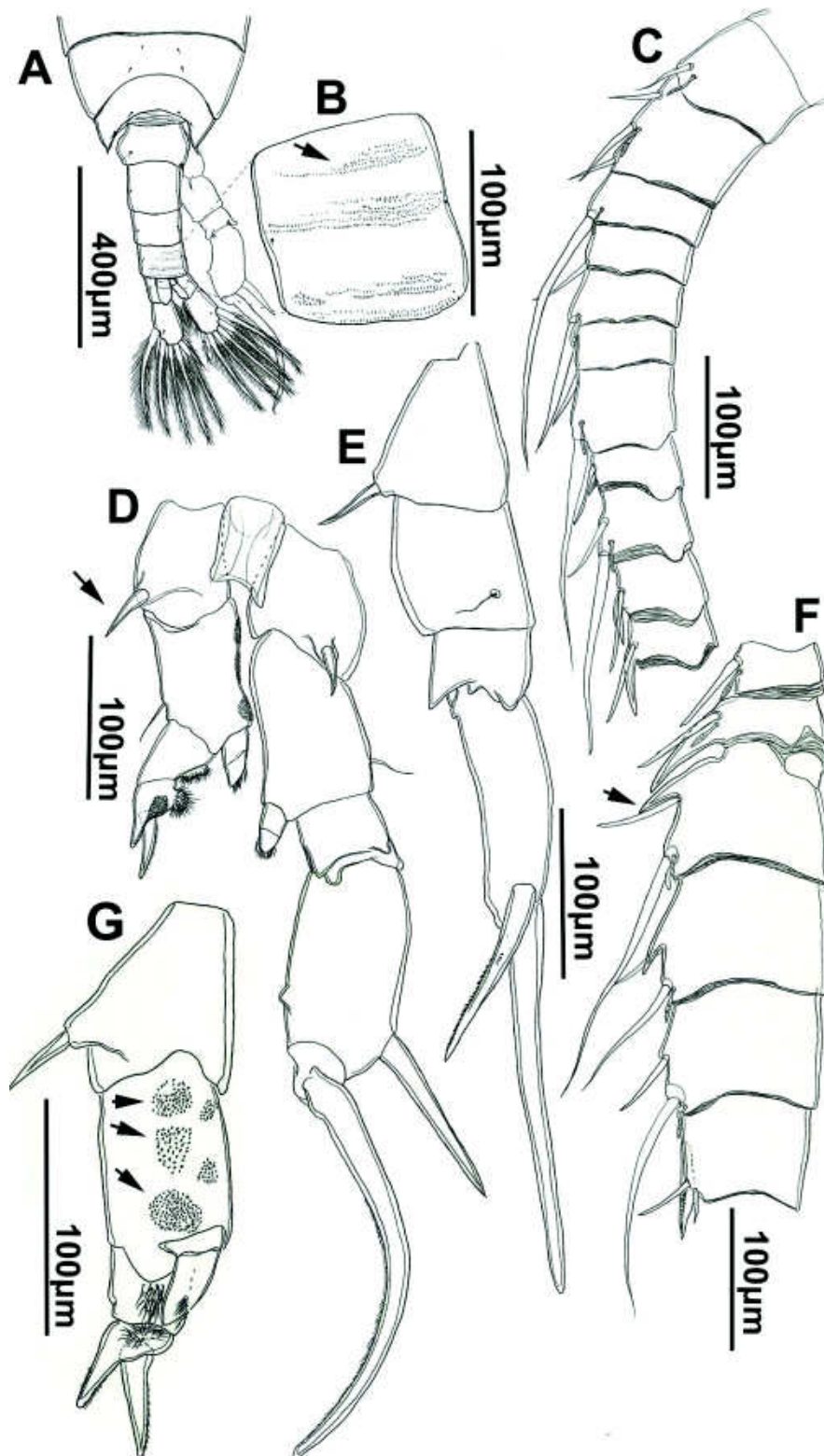


Figura 46. *Argyrodiaptomus falcifer* ♂. A. segmentos 4 e 5 do prossomo, e urossomo. B. Detalhes nas ornamentações de espínulos dorsais no urossomo 4. C. Segmentos 1-11 da A1D. D. P5 completa. E. P5 direita em vista caudal. F. Segmentos 12-17 da A1D. G. P5 esquerda, com detalhes na ornamentação de espínulos no basípodo. Ilustrações cedidas gentilmente por Daniel Previattelli.



Figura 47. Distribuição geográfica de *A. falcifer* no presente estudo.

Argyrodiaptomus furcatus (Sars, 1901) (Figuras 48, 49 e 50)

Diagnose: ♂ adulto, tamanho: 1.354,70 µm. Seta modificada do segmento 13 da A1D alcança ou ultrapassa a margem distal do segmento 14, e possui ápice bífido. Processo espinhoso na margem externa do segmento 15 da A1D nem sempre presente. Processo na margem distal do segmento 20 nem sempre presente, se presente forte e curvado, não alcançando além da metade do segmento seguinte. Primeiro segmento do endópodo da A2 ornamentado com uma fileira de espínulos na margem dorsal/externa, duas setas na margem interna, e um poro entre fileira de espínulos e setas. Base da P5 direita com expansão na face posterior, essa expansão coberta de tubérculos ou grânulos; superfície posterior da base com dobra oblíqua, ornamentada com pequenos tubérculos (não apresentadas nas presentes ilustrações). Base da P5 esquerda com sétulas e grupos de denticulos pequenos e numerosos. Espinho lateral da P5 levemente curvado apenas no ápice, localizado no quarto distal do segmento, alcançando entre o primeiro terço e a metade do comprimento da garra terminal. Garra terminal forte, inserida distalmente, curvada ao longo de toda sua extensão, com torção em 3 planos, ornamentada com uma fileira de espínulos.

Comentários: Exemplar coletado no rio Iguaçu, no reservatório de Foz do Areia (FARE-B). Foi descrita a partir de material coletado no estado de São Paulo e, segundo Wright (1927) ocorre no Brasil (regiões sudeste e sul, possivelmente centro-oeste) e Argentina. Santos-Silva (2008) aponta diversos registros nas regiões sudeste-sul brasileiras. Diversos trabalhos apontam a ocorrência dessa espécie principalmente em reservatórios da região sudeste e sul do Brasil, e norte da Argentina. Junto a outras espécies de grande porte, essa espécie pode co-ocorrer com *A. azevedoi* (na região sudeste do Brasil) e *N. spiniger* (na região sul do Brasil e norte da Argentina). *Argyrodiaptomus furcatus* tende a ser mais parecido com *N. spiniger* em termos de tamanho, sendo *A. azevedoi* de maior porte.

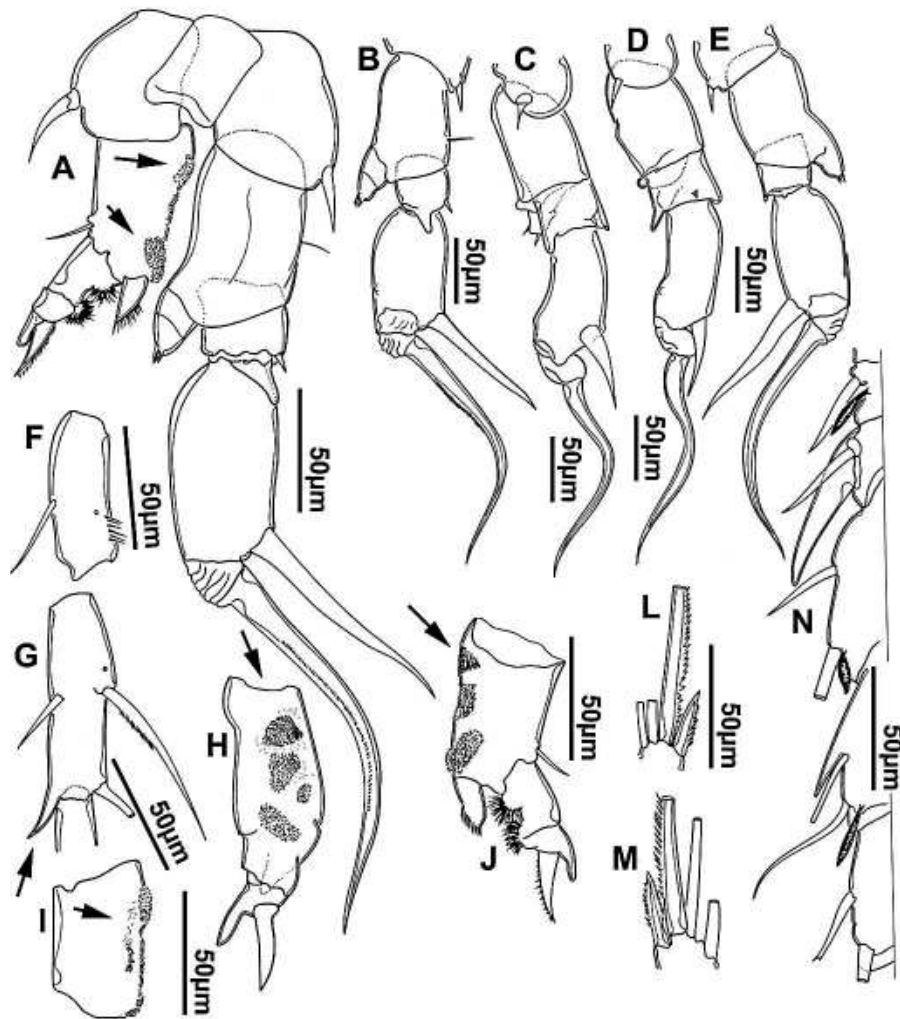


Figura 48. *Argyrodiaptomus furcatus* ♂. A. P5 completa; B-E. P5 direita em diferentes visões; F. Segmento 1 do endopodito da antena 2; G. Segmento 20 da A1D; H-J. P5 esquerda em diferentes ângulos, detalhes nas ornamentações de grânulos; L. Segmentos 12-16 da A1D.

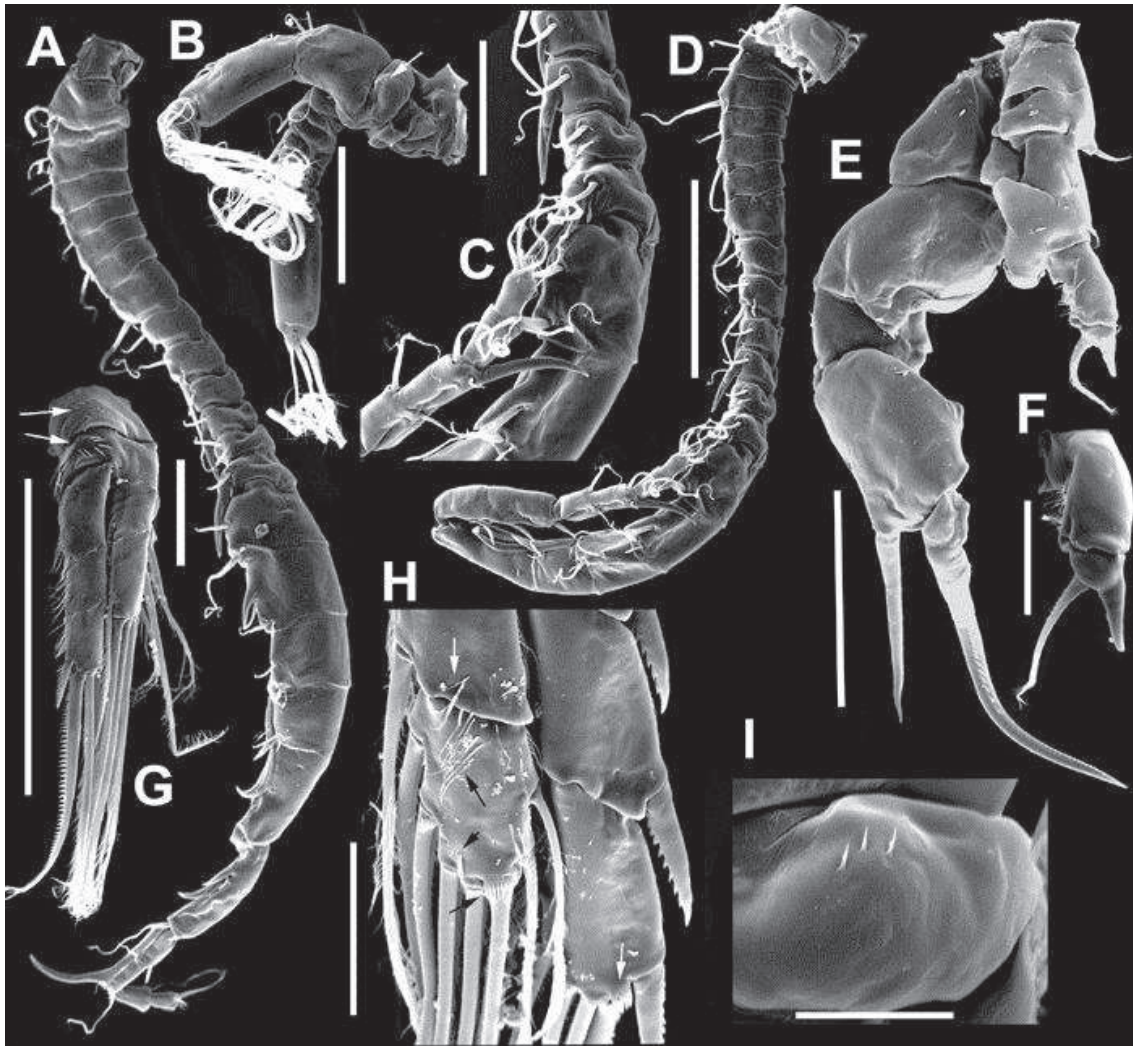


Figura 49. *Argyrodiaptomus furcatus* ♂. A. A1D (500µm). B. A2D (200µm). C. Segmentos 10-15 e 20-22 da A1D (200µm). D. A1D (500µm). E. P5 (300µm). F. Detalhe no último segmento do exópodo da P5 esquerda (50µm). G. P1 direita (200µm). H. Artículos terminais da P4 direita (50µm). I. Detalhe na base da A2 direita (20µm).



Figura 50. Distribuição geográfica de *A. furcatus* no presente estudo.

Notodiptomus anisitsi (Lowndes, 1934) (Figuras 51, 52 e 53)

Diagnose: ♂ adulto, tamanho: 1.144,1µm. BspP5 direita possui um sulco longitudinal na superfície, coberto de pequenos grânulos. O Exp2P5 direita possui o espinho lateral curvado para trás, inserido na parte terminal do segmento, com comprimento cerca de 3 vezes o tamanho da garra terminal, e ainda tem cerca de 3 vezes a distância da sua inserção até a margem proximal da garra.

Comentários: O espécime ilustrado e fotografado foi coletado no trecho baixo do rio Paraná (RPAR-B2). Essa espécie aparenta estar amplamente distribuída ao sul da Bacia, a partir do rio Iguaçu, em regiões de clima mais ameno. Paggi (2001) apresenta boas ilustrações dessa espécie, incluindo várias estruturas morfológicas e, nesse mesmo trabalho, descreveu uma nova espécie com potencial de ser confundida com *N. anisitsi*, denominada de *N. dentatus*. Devido a esse fato, essa espécie merece maiores investigações, pois pode haver espécies com morfologia similar.

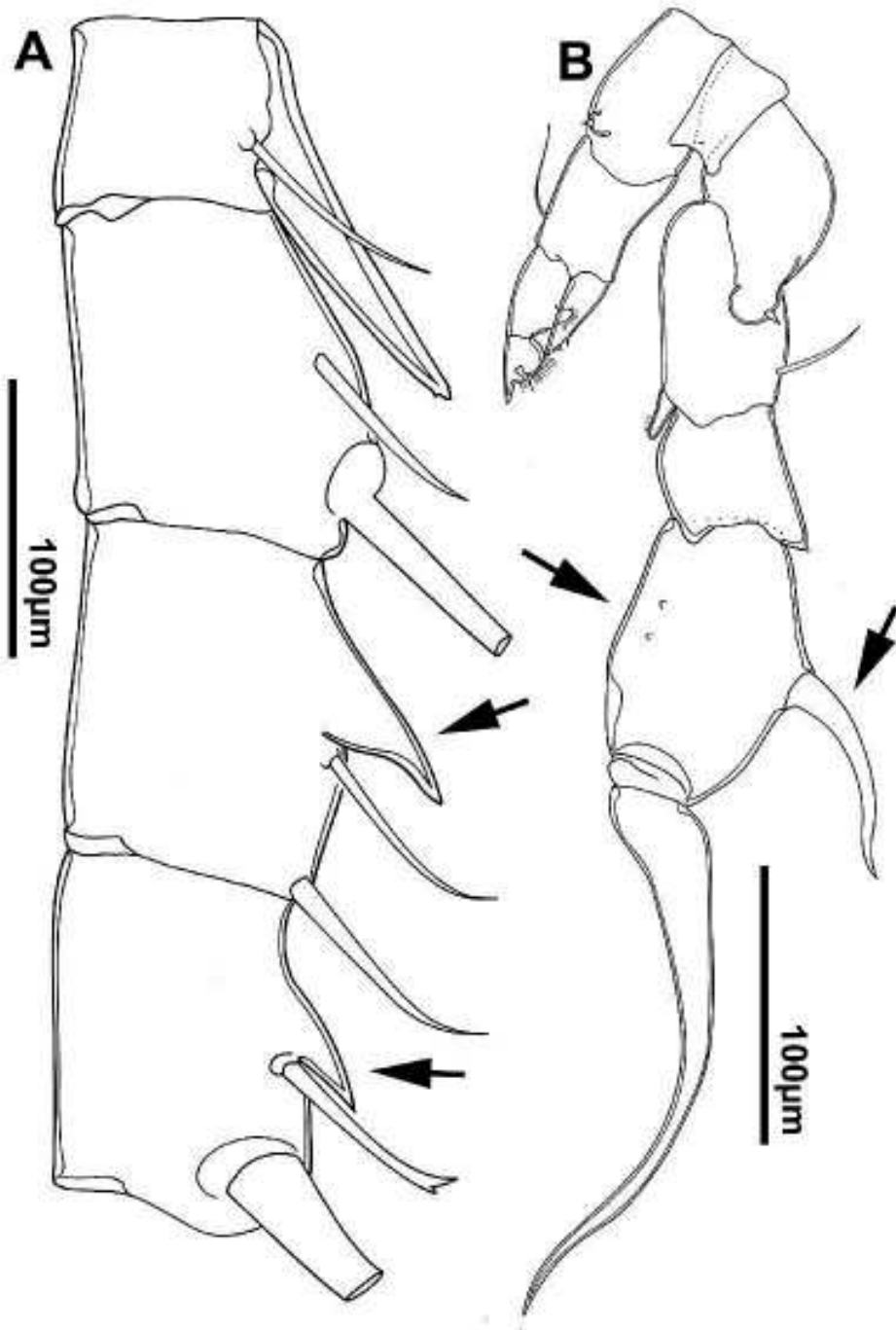


Figura 51. *Notodiaptomus anisitsi* ♂. A. Segmentos 13-16 da A1D. B. P5.

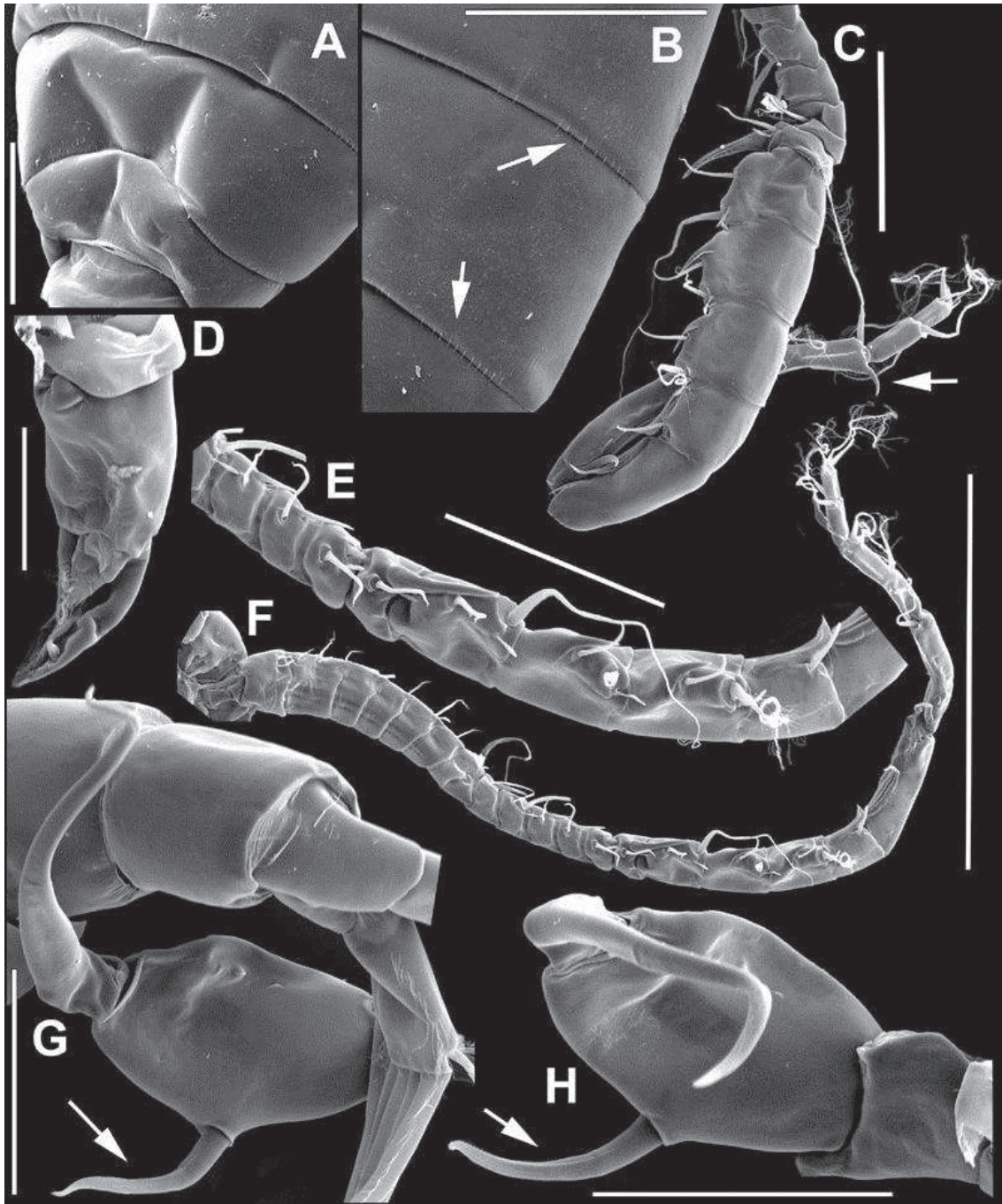


Figura 52. *Notodiptomus anisitsi* ♂. A. Prossomos 3, 4 e 5, vista dorsal (100µm). B. Detalhes nos prossomos 3 e 4, vista dorsal (100µm). C. Segmentos 10-22 da A1D (300µm). D. P5 esquerda (500µm). E. Segmentos 9-18 da A1D (200µm). F. A1D (500µm). G. Segmentos terminais do urossomo e segmento terminal da P5 direita (100µm). H. Segmentos terminais da P5 direita (100µm).



Figura 53. Distribuição geográfica de *N. anisitsi* no presente estudo.

Notodiptomus carteri (Lowndes, 1934) (Figuras 54 e 55)

Diagnose: ♂ adulto, tamanho: 1.484,1µm. BspP5 direita possui um sulco longitudinal na superfície, coberto de pequenos grânulos. O Exp2P5 direita possui o espinho lateral levemente curvado para trás, inserido na parte terminal do segmento, com comprimento cerca de 3 vezes o tamanho da garra terminal, e ainda tem cerca de 3 vezes a distância da sua inserção até a margem proximal da garra.

Comentários: O espécime ilustrado e fotografado foi coletado no trecho baixo do rio Paraná (RPAR-B2). O tamanho do organismo identificado está dentro do citado por Ringuelet & Martinez de Ferrato (1967), os quais apontaram variação para indivíduos machos entre 1.315-1.439µm. Esses autores realizaram o primeiro registro para a Argentina, próximo à cidade de Santa Fé (equivalente ao ponto RPAR-M3 nesse estudo), e associaram essa espécie à presença de macrófitas aquáticas flutuantes, pois a descrição original foi feita no Paraguai, em regiões alagáveis e banhados. No presente estudo o registro da espécie foi feito cerca de 500km à jusante de onde foi realizado o trabalho de Ringuelet & Martinez de Ferrato (1967). Os autores mencionados apresentaram dados físicos e químicos da água para as duas lagoas onde foi encontrada a espécie, porém, comparativamente, são lagoas bastante diferentes, e que por sua vez também são distintas dos ambientes considerados no presente trabalho. Santos-Silva (2008) indicou trabalhos com registros dessa espécie para o Paraguai, Argentina e sul do Brasil, na Lagoa dos Patos. Segundo J. Paggi (*com. pessoal*, 2010), recentemente essa espécie tem sido frequentemente encontrada no trecho médio do rio Paraná.

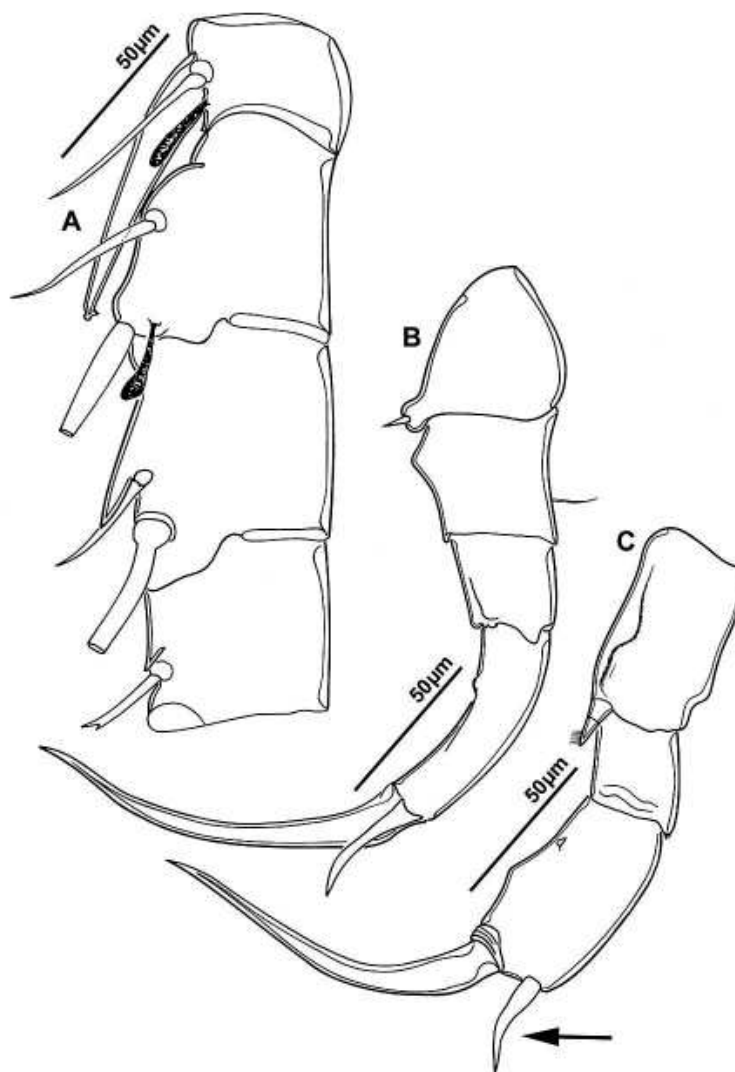


Figura 54. *Notodiptomus carteri* ♂. A. Segmentos 13-16 da A1D; B, C. P5 direita em diferentes posições.



Figura 55. Distribuição geográfica de *N. carteri* no presente estudo.

Notodiaptomus cearensis (Wright, 1936) (Figuras 56 e 57).

Diagnose: ♂ adulto, tamanho: 1.008 µm. Quinto segmento do prossomo é desprovido de espínulos na margem distal. Seta cônica do segmento 8 da A1D é diminuta e a seta modificada do segmento 11 é maior do que no segmento 10. Duas setas no segmento 11 da A1 de fêmeas e A1E de machos, enquanto *N. iheringi* possui apenas uma, além de *N. cearensis* não possuir a fileira de espinhos no segmento 1 da A1D de *N. iheringi*. Seta modificada do segmento 13 da A1D formando um processo espiniforme forte, com ápice bífido que não atinge o terço posterior do segmento 14. Basípodo da P5 direita é levemente mais comprido que largo e possui um processo esclerotizado de tamanho médio na margem distal da superfície posterior. Na P5 existe uma crista longitudinal no segundo segmento do exopodito. O espinho lateral do segundo segmento do exopodito da P5 direita é reto, cerca de 1/6 do comprimento da garra terminal, inserido subterminalmente, formando um ângulo menos que 45° em relação ao eixo mais longo do segmento. Garra terminal apresenta os 2/3 proximais quase reta e o terço distal curvado.

Comentários: O exemplar ilustrado foi coletado no rio Paranaíba, no reservatório de Emborcação, co-ocorrendo com pelo menos mais duas espécies de Calanoida, *A. azevedoi* e *N. iheringi*. Essa espécie possui diversos registros para a região norte e nordeste do Brasil, e também na Venezuela. Na bacia do rio da Prata, Tundisi & Matsumura-Tundisi (1994) encontraram essa espécie no reservatório de Barra Bonita. Conforme apontado na diagnose, ela pode ser confundida com *N. iheringi*, exceto pela presença de espínulos do segmento 1 da A1D dessa última.

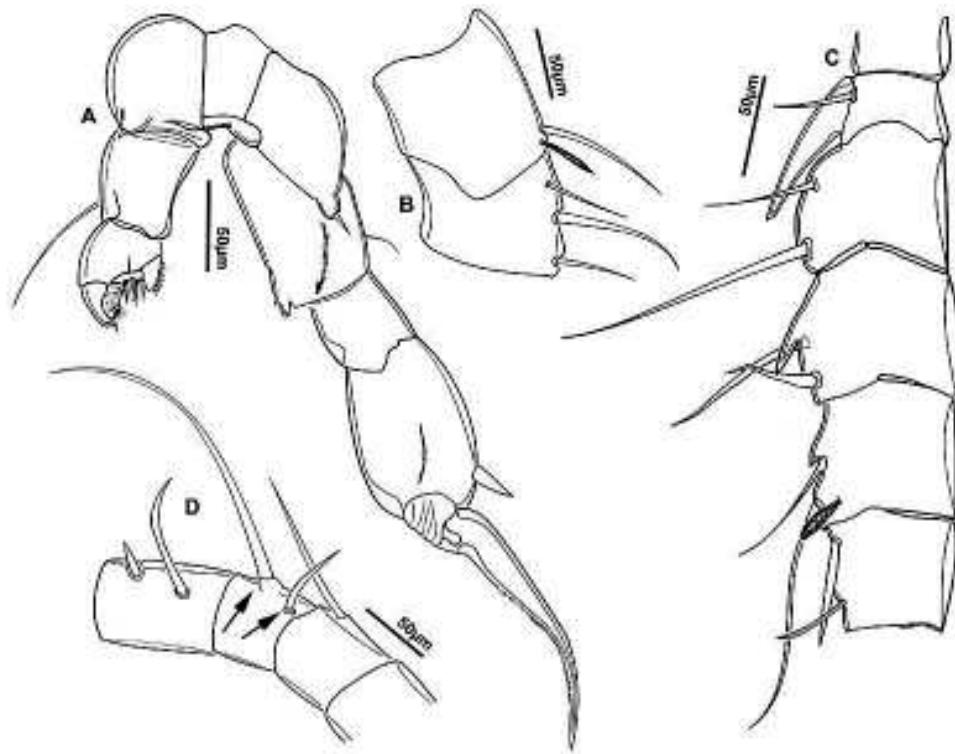


Figura 56. *Notodiptomus cearensis* ♂. A. P5 completa; B. Segmento 1 e 2 da A1D; C. Segmentos 13-17 da A1D; D. Segmentos 12-10 da A1E.



Figura 57. Distribuição geográfica de *N. cearensis* no presente estudo.

Notodiptomus conifer (Sars, 1901) (Figuras 58, 59 e 60)

Diagnose: ♂ adulto, tamanho: 1.548,54 µm. Segmento 15 da A1D possui um processo espinhoso bem desenvolvido que atinge o fim desse segmento (porém não é sempre presente, devido a poecilandria); segmento 20 da A1D sem estruturas especiais. Largura do segundo artigo do ExpP5 direita corresponde à metade do seu comprimento; espinho lateral localizado no ângulo distal do segmento e direcionado ventralmente, sendo seu comprimento menor do que a largura do segmento; garra terminal longa e curvada suavemente.

Comentários: O espécime ilustrado foi coletado no trecho alto do rio Tietê, no reservatório de Barra Bonita. Além do processo espinhoso bem desenvolvido no segmento 15 da antênula direita, *Notodiptomus conifer* pode ser diferenciado das demais espécies pelo seu tamanho corporal. Em caso de dúvidas, quando da análise de amostras contendo outras espécies como *N. iheringi* e *N. cearensis*, estes possuem espinho lateral curto no Exp3P5 direita e são notavelmente menores em tamanho corporal.

Ao comparar alguns trabalhos (Nogueira, 2001; Nogueira et al., 2008; Matsumura-Tundisi & Tundisi, 2003), os quais realizaram amostragem entre 30 e 10 anos atrás, podemos verificar diminuições na ocorrência dessa espécie, e ao mesmo tempo aparecimento de outras. Matsumura-Tundisi & Tundisi (2003) apontam como responsáveis as alterações nas concentrações iônicas decorrentes da diminuição na qualidade da água. Tal fato é indicado, por exemplo, pelo aumento de condutividade ao passar dos anos. Essa espécie foi encontrada no presente estudo (em amostragens feitas em 2010), inclusive, e somente, nos dois reservatórios que os autores mencionados acima apontavam que essa espécie havia desaparecido. Portanto, deve-se tomar cuidado ao se mencionar o desaparecimento de determinada espécie do ambiente. A espécie *O. thomeseni* foi encontrada nesse trabalho após 77 anos do seu último registro. Da mesma forma *Argyrodiptomus bergi* foi encontrado recentemente depois de 36 anos (Perbiche-Neves et al., 2011). *Notodiptomus conifer* distribui-se até a metade da Argentina, sugerindo ampla ocorrência no continente, até o nordeste brasileiro. Essa espécie necessita de mais estudos, especialmente natureza experimental, pois a dinâmica dos Diaptomidae em geral é muito complexa, dificultando generalizações. Em estudos europeus e alguns asiáticos, pesquisadores analisaram séries de amostragens regulares em torno de 100 anos, ou seja, realmente um número elevado de amostras, e observaram ciclos de 25 anos para algumas espécies, período nas quais elas diminuam

drasticamente suas populações, e em determinado período posteriores, novamente se tornavam dominantes.

Outro aspecto a ser considerado é a identificação errônea desses organismos em trabalhos de dissertação e teses, a julgar-se pelo fato das descrições das espécies serem antigas, bastante breves às quais poucos pesquisadores têm acesso. Ao se analisar amostras sequenciais de um determinado ambiente, é natural “encontrar” sempre as mesmas espécies, dando pouca atenção para indivíduos raros, presentes em baixas densidades, as vezes apenas 1 indivíduo por amostra. O hábito de se estabelecer um número mínimo de indivíduos contados nas análises quantitativas também desfavorece o encontro de organismos raros.

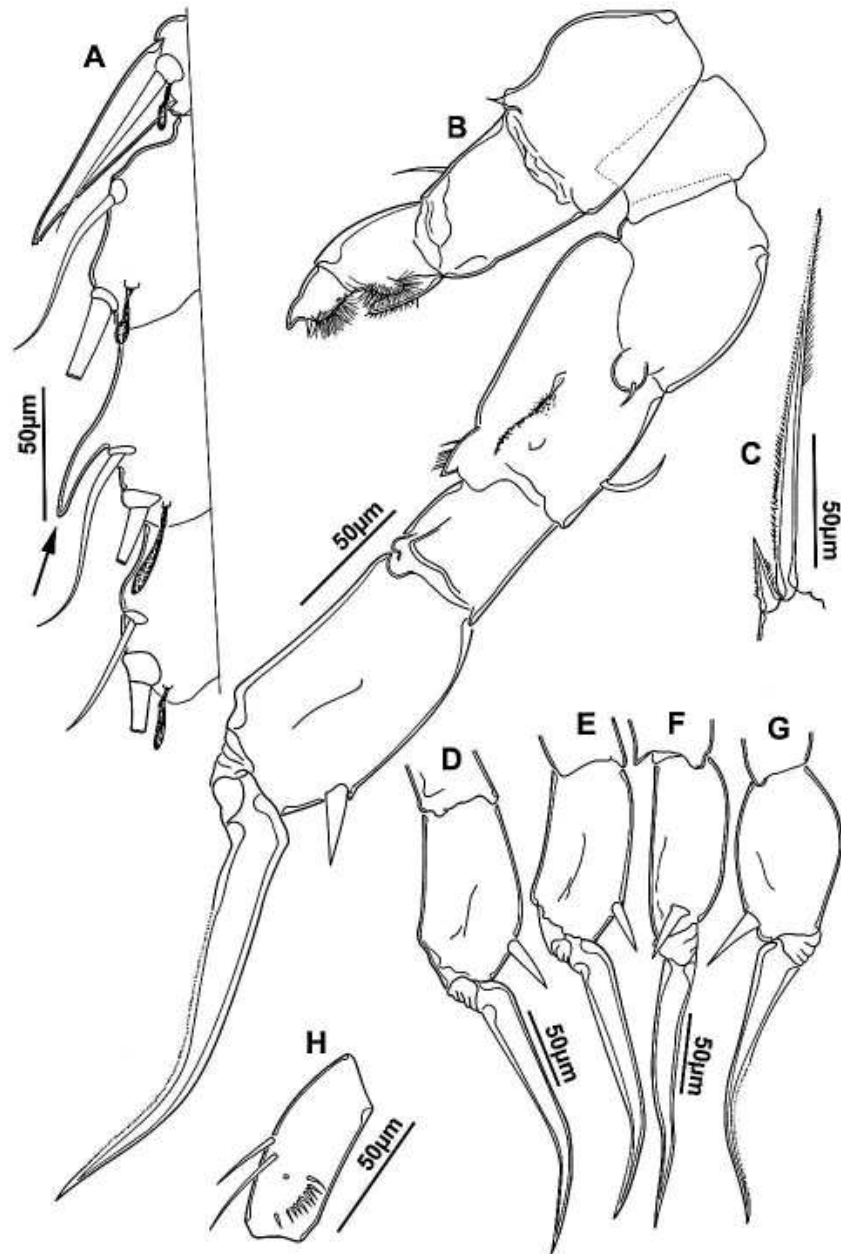


Figura 58. *Notodiptomus conifer* ♂. A. Segmentos 13-16 da A1D; B. P5 completa; C. P4 – Espinho terminal do último segmento do endópodo; D-G. Exópodo da P5 direita em diferentes posições; H. Segmento um do endopodito da A2.

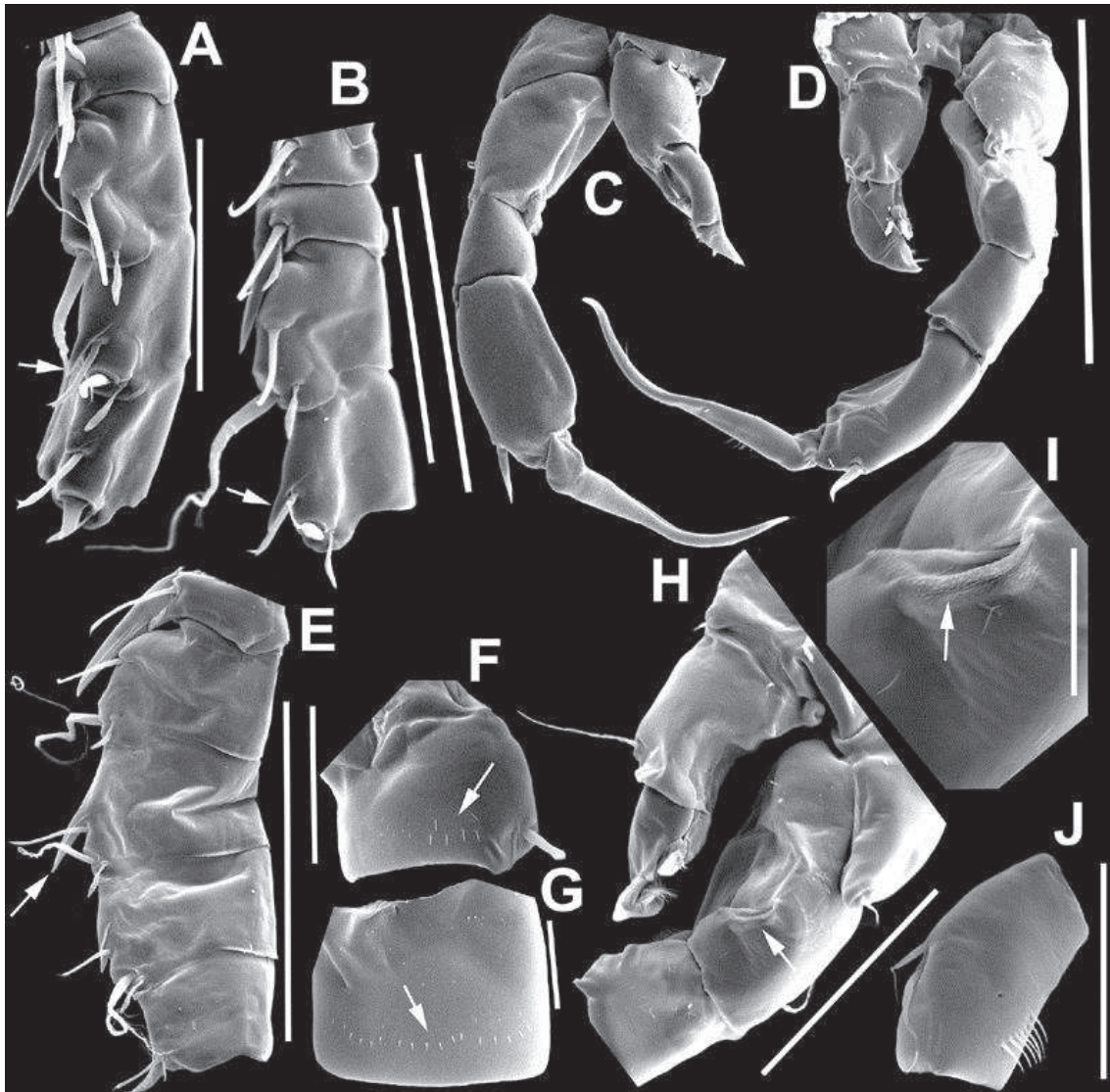


Figura 59. *Notodiptomus conifer* ♂. A. Segmentos 13-16 da A1D (100 μm); B. Segmentos 12-15 da A1D (100 μm); C. P5 completa, caudal (100 μm); D. P5 completa, frontal (100 μm); E. Segmentos 13-17 da A1D (200 μm); F, G. Segmento 1 da A1D (F=50 μm ; G=20 μm). H. P5 esquerda, coxa, base e primeiro segmento do exópodo da P5 direita (100 μm). I. Detalhe no processo granuloso na base da P5 direita (20 μm). J. Segmento 1 do endópodo da A2 (50 μm).



Figura 60. Distribuição geográfica de *N. conifer* no presente estudo.

Notodiptomus coniferoides (Wright, 1927) (Figuras 61, 62 e 63).

Diagnose: ♂ adulto, tamanho: 1.051 μm . Último segmento torácico simétrico, com um pequeno espinho em cada lado. No segmento 20 pode-se observar uma fina lamela hialina. Segmento 13 com forte processo espiniforme, atingindo até o término do segmento 14. O segmento 15 possui um longo processo espiniforme que estende-se além do final do segmento 16. Espinho lateral insere-se numa proeminência arredondada; esse espinho é curto, formato sigmoide e voltado para o interior. A garra terminal é fina e possui pequenas cerdas da borda interna.

Comentários: O espécime ilustrado foi amostrado no trecho alto do rio Paraguai. Foi a única espécie de Calanoida encontrada em toda a bacia do Paraguai, não sendo observada na bacia do alto rio Paraná e no rio Uruguai. Santos-Silva (2008) aponta um registro no reservatório de Itaipu, no término da porção alta da bacia do rio Paraná, e outros trabalhos realizados na porção baixa do rio Paraná, quase no delta, também apontam sua ocorrência (Ringuelet, 1958). Essa espécie apresenta localidade tipo na Amazônia. Frutos et al. (2006) aponta a ocorrência dessa espécie ao longo do rio Paraguai. A mesma também foi observada no trecho médio do rio Paraná, no (Dussart & Frutos, 1985). Essa espécie possui ampla distribuição em rios e sistemas associados, como lagoas adjacentes, porém não se tem registros em reservatórios. Ela é de fácil distinção, pela posição do espinho lateral na P5 e segmentos 13 e 15. Alguns trabalhos citam o nome da espécie como “*Notodiptomus coniferoide*”, mas o correto, apresentado no artigo original da sua descrição por Wright em 1927, é *N. coniferoides*.

Cicchino et al. (2001) descreveram uma nova espécie para a região Amazônica, denominada de *Notodiptomus simmilimus*, cuja etimologia foi baseada na sua semelhança com *N. coniferoides*. Ao comparar os espécimes encontrados no presente trabalho, com as observações feitas por esses autores, várias das características diferenciais foram encontradas. Porém, se incluirmos nessa análise comparativa o trabalho de Dussart (1984), realizado na Venezuela, possivelmente o que esse autor considerou como *N. coniferoides*, seja na verdade *N. simmilimus*, considerando-se as diferenças nas proporções de comprimento e largura do basípodo da P5 direita e ainda o tamanho da seta modificada no segmento 13 da antênula direita. Dussart (1984) e Cicchino et al. (2001) não destacaram diferenças no tamanho da seta modificada desse segmento, mas, ele é menor em *N. simmilimus* comparado à *N. coniferoides*. Em exemplares amazônicos dessa última espécie, da descrição original de Wright (1927), a seta modificada do segmento mencionado atinge até o término do segmento 14,

enquanto que em *N. simmilimus* atinge a metade desse segmento. Com isso, alguns registros devem ser revistos, inclusive uma profunda análise comparativa dos exemplares de *N. coniferoides* encontrados ao sul, como no baixo rio Paraná. Por fim, comparando novamente com os exemplares amazônicos dessa espécie, pode-se verificar que os encontrados no presente trabalho foram relativamente menores em tamanho corporal, sendo outra característica a qual gera certa dúvida no real *status* dessa espécie na bacia da Prata.

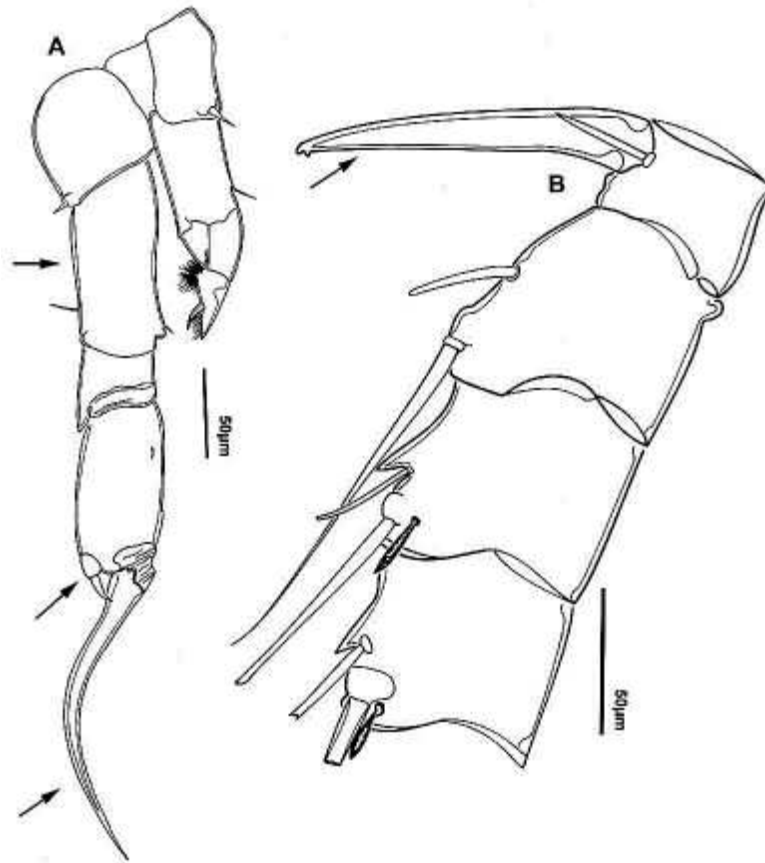


Figura 61. *Notodiptomus coniferoides* ♂. A. P5 completa; B. Segmentos 13-16 da ALD.

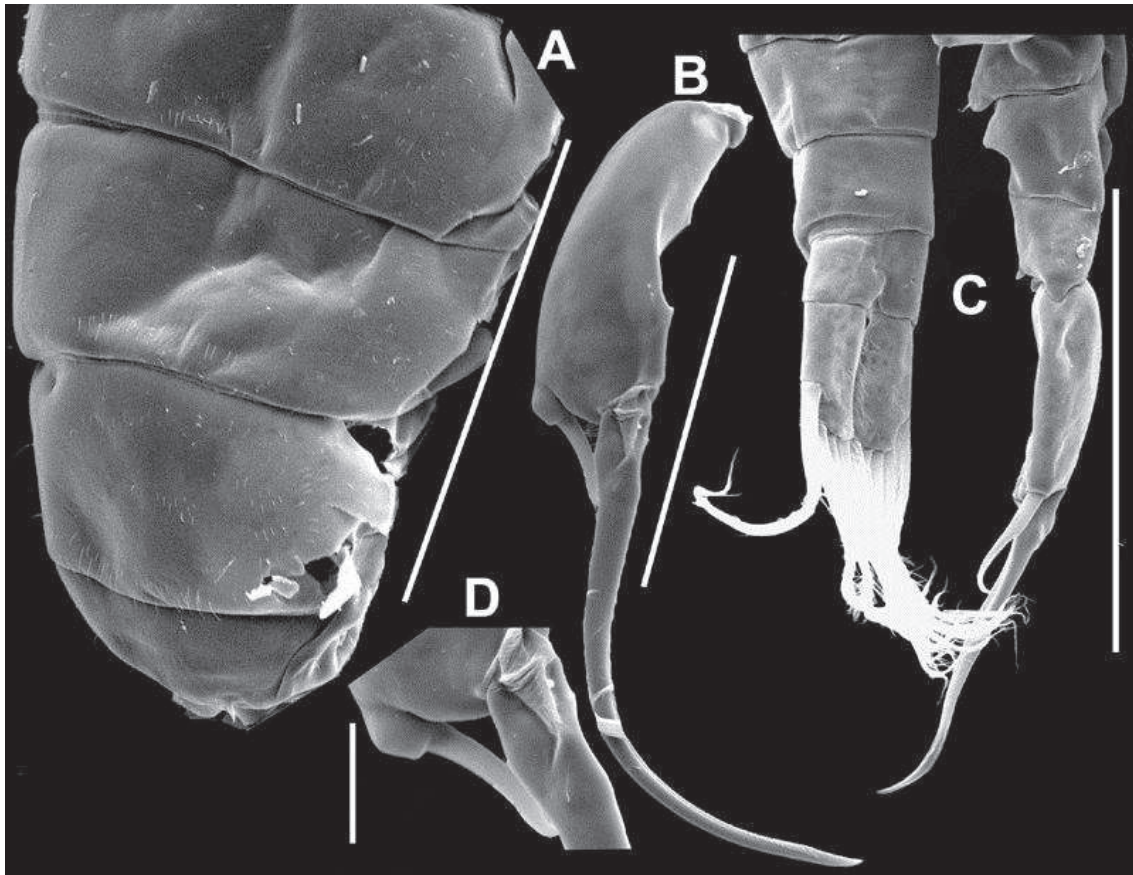


Figura 62. *Notodiptomus coniferoides* ♂. A. Segmentos 2-5 do prossomo (200 μ m). B. Segmento terminal do exópodo da P5 direita (100 μ m). C. Segmentos terminais do urossomo e P5 direita (300 μ m). D. Detalhe na inserção do espinho lateral do segmento terminal do exópodo da P5 direita (20 μ m).



Figura 63. Distribuição geográfica de *N. coniferoides* no presente estudo.

Notodiptomus dentatus Paggi, 2001 (Figuras 64 e 65)

Diagnose: ♂ adulto, tamanho: 1.046,37 μm . Apresenta uma linha de espínulos distribuídos em espaços irregulares no prossomo 4. Possui processo espinhoso bem desenvolvido no segmento 13 da A1D, o qual atinge em comprimento a metade do segmento 14, e tem o ápice bifurcado. Segmento 20 da A1D pode ou não apresentar processo falciforme curvado, se sim, este apresenta tamanhos similares de largura e comprimento. BspP5 direita mais longo que largo, com uma pequena projeção semicircular mamiforme na margem interna proximal, seguido de um conjunto de pequenos grânulos. Presença de 3-6 processos esclerotizados na superfície do último artículo do ExpP5 direita. Espinho lateral do ExpP5 direita curto. Presença de um espinho na margem externa da seta caudal externa do ramo caudal.

Comentários: O espécime ilustrado foi coletado no rio Paraná, trecho médio (RPAR-M3). O comprimento corporal dos espécimes encontrados no presente trabalho é levemente menor do que o verificado por Paggi (2001), porém dentro do intervalo de variação descrito por esse autor. Ainda, esse autor aponta como duas características diferenciais a presença dos processos esclerotizados na superfície do Exp2P5 direita, e a presença do espinho na margem externa na seta externa do ramo caudal.

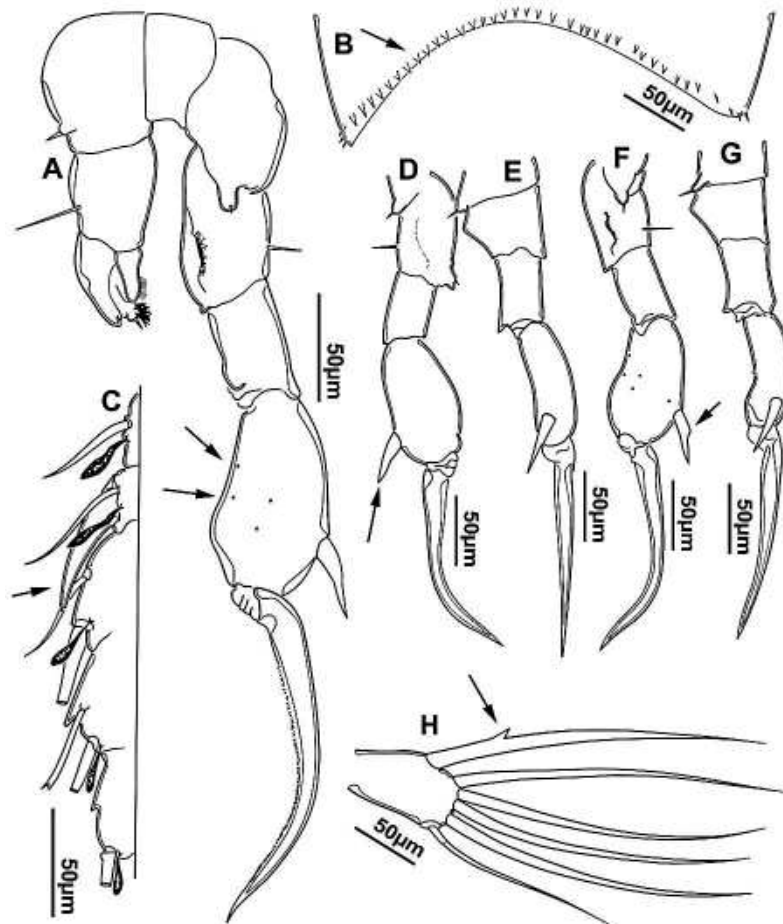


Figura 64. *Notodiptomus dentatus* ♂. A. P5 completa; B. Detalhe na ornamentação de espínulos dorsais no prossomo 4; C. Segmentos 12-16 da A1D; D-G. P5 direita em diferentes posições; H. Detalhe no dente presente na seta externa do ramo caudal.



Figura 65. Distribuição geográfica de *N. dentatus* no presente estudo.

Notodiptomus henseni (Dahl, 1894) (Figuras 66 - 71)

Diagnose: ♂ adulto, tamanho: 1.123 µm. Prossomo 5-segmentado, mais largo na região distal do segundo segmento. Diagnose das demais estruturas baseadas em Santos-Silva (2000), o qual aponta padrões de sensilos dorsais típicos, distinguindo de outras espécies de *Notodiptomus*. Prossomo com sutura dorsal incompleta. Último segmento composto, originado da fusão do quinto e sexto segmentos, com linha de sutura completa mais débil. Projeções aliformes pequenas, levemente assimétricas, posteriormente direcionadas, a esquerda maior que a direita, cobertas dorsal e ventralmente por pequenos espinhos na porção distal. Ambas as projeções com sensilo curto no canto distal, direcionados para a região distal, sendo o sensilo esquerdo mais desenvolvido que o direito. Urossomo 5-segmentado. Segmento genital levemente assimétrico, com 2 sensilos, um em cada lado, inserido no canto distal. Ramos caudais simétricos, com pelos entre o ramo caudal. Cada ramo caudal portando 6 setas caudais, sendo 5 marginais plumosas e uma dorsal lisa. Quinto par de pernas assimétrico, com precoxia rudimentar. Perna direita birreme. Coxa com processo cônico projetando-se sobre a base e portando sensilo delgado no ápice. Base com saliência na superfície posterior sulco com minúsculos tubérculos ao longo de sua margem externa, margem interna da base com protuberância semicircular coberta por diminutos tubérculos que se estendem pela superfície adjacente do segmento, seta externa inserida lateralmente na superfície anterior. Endopodito unisegmentado, com fileira de pequenos espinhos na superfície anterior interna. Exopodito 2-segmentado. Primeiro segmento com processo triangular esclerotizado, projetando-se sobre o segundo segmento, na metade da margem distal da superfície posterior, processo semicircular próximo à margem interna, canto externo distal estendido em processo triangular. Segundo segmento cilíndrico, com superfície anterior côncava e superfície posterior sem crista ou outro tipo de ornamentação, margem interna distal com elevação triangular. Espinho lateral levemente curvo, inserido subterminalmente na margem externa, menor que 1/3 do comprimento da garra terminal, e com fileira de pequenos espinhos na margem interna. Garra terminal forte, curvada para dentro, com pequenos espinhos na margem interna. Quinta perna esquerda birreme, alcançando a metade do primeiro segmento do exopodito direito. Coxa com processo cônico pequeno no canto distal externo e portando sensilo curto no ápice, canto distal interno não inflado. Base com canto proximal interno levemente inflado e margem interna levemente côncava, ornamentada por 2 protuberâncias semicirculares cobertas por diminutos tubérculos, seta externa inserida lateralmente.

Endopodito unisegmentado, com fileira de pequenos espinhos na superfície anterior distal. Exopodito 2-segmentado. Primeiro segmento subtriangular coberto por sétulas longas, superfície posterior com processos esclerotizados, um na margem proximal e outro no canto interno da margem distal. Segundo segmento terminando em processo digitiforme fortemente esclerotizado e sem ornamentação. Porção basal interna inflada e coberta por sétulas. Seta espinulosa (espículas apenas na margem interna) inserida na superfície anterior, atingindo o terço distal do processo digitiforme.

Comentários: O exemplar ilustrado foi coletado no rio Grande, no reservatório de Furnas (FUR-M). Dúvidas sobre a ocorrência dessa espécie na bacia do rio da Prata foram levantadas, que poderia ter sido identificada erroneamente como *Notodiptomus amazonicus*. Wright (1936) fez comentários sobre as confusões entre *N. amazonicus* e *N. henseni*. Comparando-se exemplares de *Notodiptomus amazonicus* coletados no reservatório de Balbina, no Rio Uatumã, Amazonas, com exemplares de *N. henseni* da bacia do rio da Prata, foram verificadas nítidas diferenças na P5 e nos somitos dorsais. Comparando as Figuras 66 e 70 é possível observar as diferenças na P5. Investigações mais detalhadas devem ser feitas, através de microscopia de varredura. Nas coletas do presente estudo, *Notodiptomus amazonicus* semelhantes aos obtidos na Amazônia não foram encontrados, somente *N. henseni*, amplamente distribuído no Alto rio Paraná. Na Figura 71 apresenta-se uma fotografia de *N. henseni* e *N. amazonicus*, ressaltando a diferença de tamanho entre esses organismos. *Notodiptomus amazonicus* ♂ apresentou tamanhos iguais a: $CT=1.608\mu m$, $CT+SF=1.774\mu m$ e $L_{max}=397\mu m$, notavelmente maior que *N. henseni*, com medidas citadas na Tabela 2.

Possivelmente, alguns dos registros de *N. amazonicus* na bacia do Prata são errôneos e foram confundidos com *N. henseni*. Um exemplo desses, além de outros, seria no trabalho de Ringuelet & Martínez de Ferrato (1967), onde os autores colocaram as medidas corporais de um diaptomídeo identificado como *N. amazonicus* na Argentina. Entretanto, essa medida (aproximadamente $1,270\mu m$) é bem menor do que a esperada para essa espécie, e dentro do tamanho esperado para *N. henseni*. Os mesmos autores mencionam que exemplares de *N. amazonicus* que apresentaram processo no segmento 20 da A1D foram maiores, com cerca de $1.375\mu m$, estando mais próximo do esperado para *N. amazonicus* da região amazônica, embora ainda pequenos. Mais exemplares devem ser analisados, bem como feita a comparação com alguns espécimes de *N. amazonicus* da bacia amazônica com exemplares encontrados por outros pesquisadores na bacia da Prata.

O efeito de poecilandria também ocorre em *N. henseni*, especialmente no processo da margem distal do segmento 20 da antênula direita, dentro de uma mesma população. Observou-se também outra variação no segmento 15 da mesma antênula, pois em alguns indivíduos foi observado um processo espinhoso bem desenvolvido, como o encontrado em *N. conifer*.

Uma ornamentação de espínulos no primeiro segmento da A1D foi observada nas imagens de MEV, semelhante a observada para *N. iheringi*.

Matsumura-Tundisi et al. (2010) descreveram uma nova espécie denominada de *Notodiptomus oliverai*, que apresenta grande similaridade com *N. henseni*, afirmando que muitos registros de *N. henseni* feitos no estado de São Paulo seriam, na realidade, de *N. oliverai*. Entretanto esse artigo é breve, possui ilustrações somente da A1D e da P5, e a diferença entre essas duas espécies é pouco ressaltada pelos autores, caracterizada somente como uma curvatura da margem externa no segundo segmento do exopodito. A presença dos processos esclerotizados típicos nos basípodos das P5 esquerda e direita de *N. henseni*, também presentes na fotografia digital de *N. oliverai* de Matsumura-Tundisi et al. (2010), apontam para mais uma possível sinonímia dessa espécie, pois na Figura 66 é possível ver a presença e ausência da curvatura referida conforme a posição da P5.



Figura 66. *Notodiaptomus henseni* ♂. A. Segmentos 12-16 da A1D; B. P5 esquerda; C, D. P5 completa em diferentes ângulos; E. Segmento 1 do endopodito da antena 2; F. P5 esquerda; G-L. P5 direita em diferentes ângulos; M. Espinho apical do endopodito terminal da P4.

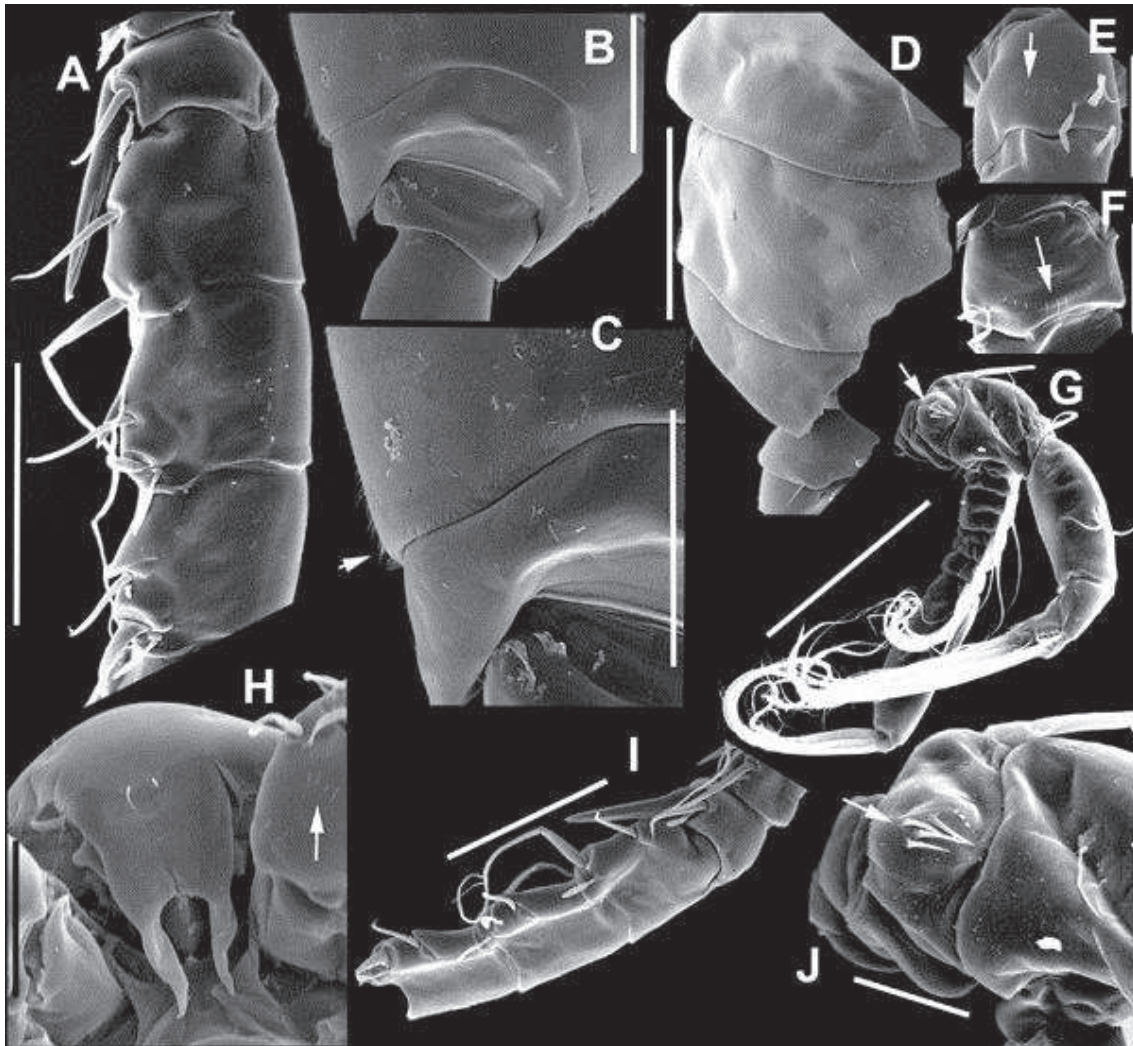


Figura 67. *Notodiptomus henseni* ♂. A. Segmentos 13-16 da A1D (100 μm). B. Prossomos 4 e 5, e início do urossomo (100 μm). C. Detalhe na ornamentação de espínulos dos segmentos 4 e 5 do prossomo (100 μm). D. Detalhes dos espínulos nos prossomos 3-5 (100 μm). E, F. Segmento 1 da A1D, com detalhes nas ornamentações de espínulos (50 μm). G. A2 (100 μm). H. Rostrum e detalhe na ornamentação de espínulos no segmento 1 da A1E (50 μm). I. Segmentos 11-16 da A1D (100 μm). J. Detalhe na base da A2 (20 μm).

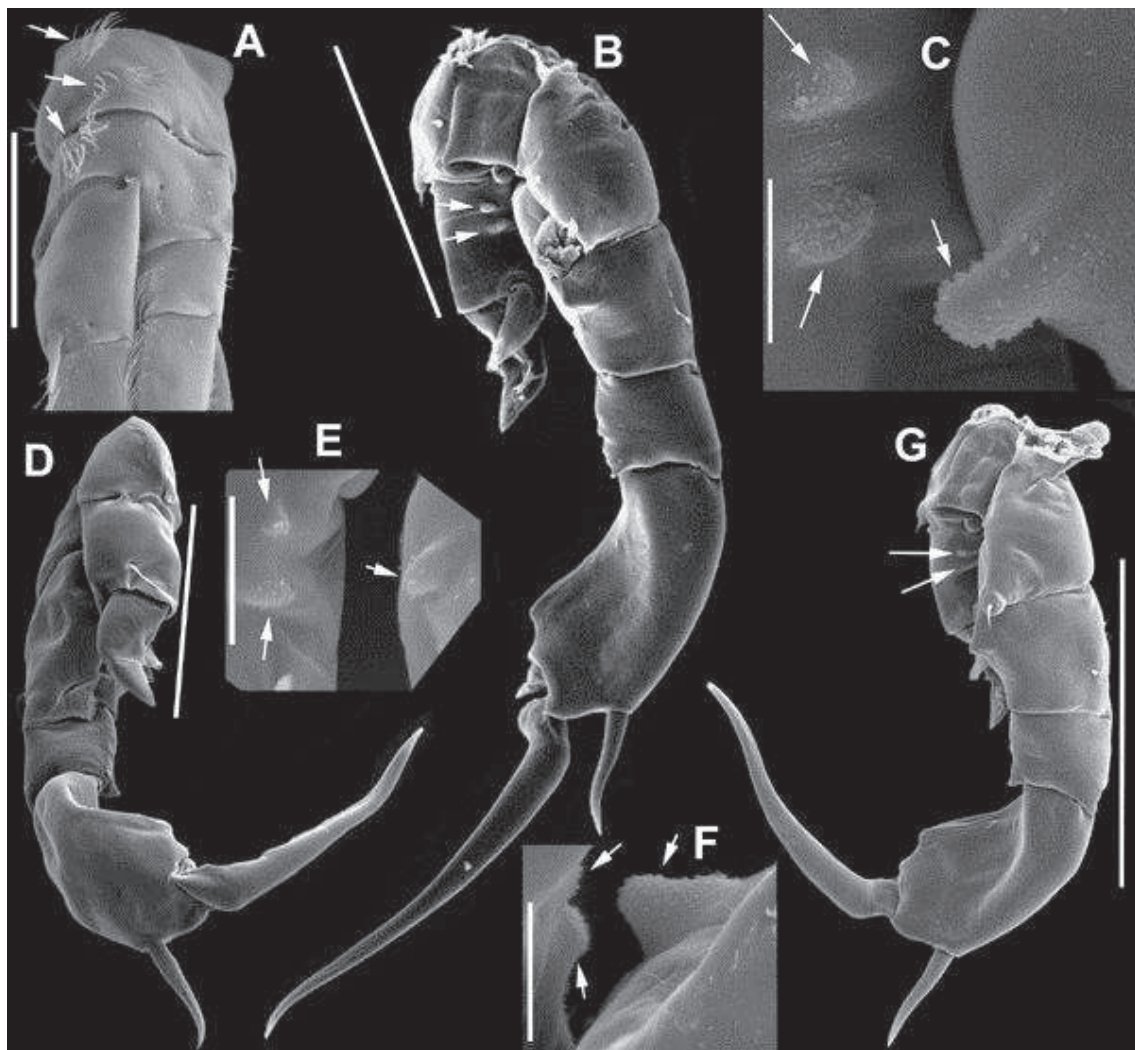


Figura 68. *Notodiptomus henseni* ♂. A. P1 – detalhes nas ornamentações de espinhos da coxa, base e início do endópodo e exópodo (50 μ m). B. P5 esquerda e direita (150 μ m). C. Detalhes nos processos esclerotizados na base das P5 esquerda e direita (10 μ m). D. P5 completa (100 μ m). E, F. Detalhes nos processos esclerotizados na base das P5 esquerda e direita (E= 20 μ m; F=10 μ m). G. P5 completa (200 μ m).



Figura 69. Distribuição geográfica de *N. henseni* no presente estudo.

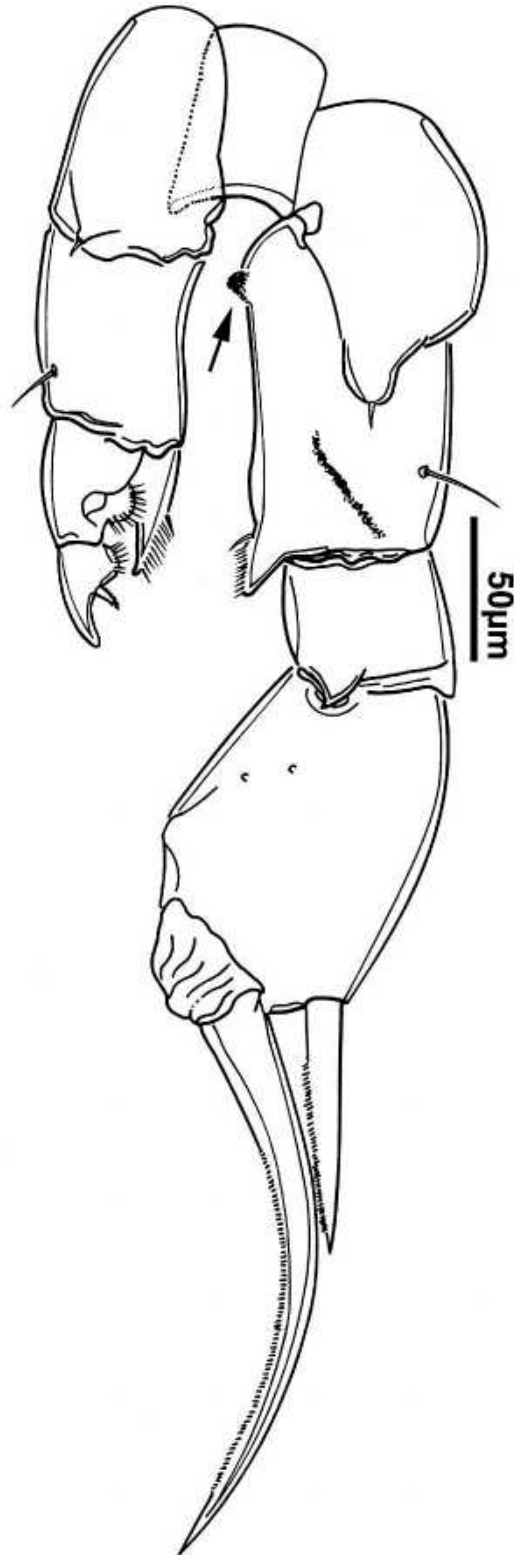


Figura 70. *Notodiptomus amazonicus* ♂. P5. Exemploar coletado no reservatório de Balbina, rio Uatumã, no estado do Amazonas.

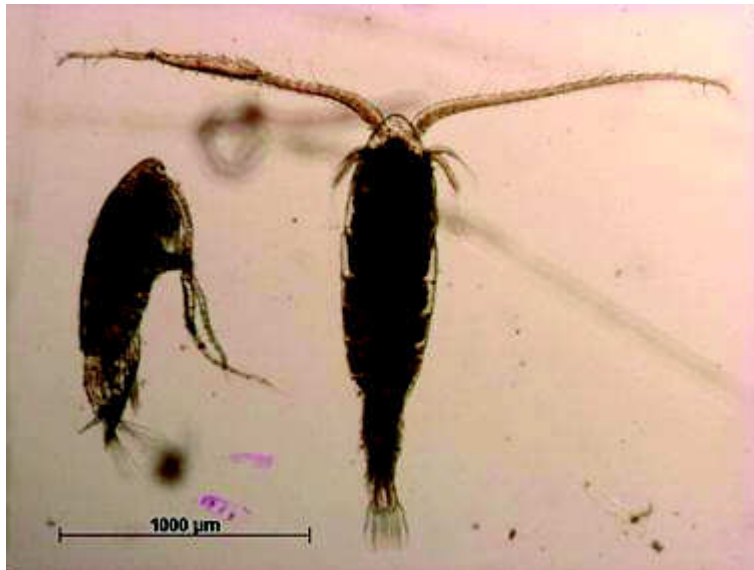


Figura 71. Comparação de ♂ de *N. henseni* (à esquerda) – exemplar do rio Grande, e *N. amazonicus* (à direita) – exemplar do rio Uatumã.

Notodiptomus iheringi (Wright, 1935) (Figuras 72, 73, 74 e 75).

Diagnose: ♂ adulto, tamanho: 922 µm. Linha de fusão entre quarto e quinto prossomos (considerando a cabeça e o posterior como sendo o primeiro) contém linha e grupo mediano de espínulos. Na A1D do macho, possui uma linha de espínulos no primeiro segmento da A1, sendo característica única. Seta modificada do segmento 13 da A1D formando um processo espiniforme forte, com ápice chanfrado e atingindo a área de inserção da seta proximal do segmento 14. Segmento 15 com processo espiniforme na margem frontal maior do que o segmento 16. Processo distal do antepenultimo segmento, quando presente, em formato de gancho. Basípodo da P5 com saliência na superfície posterior e sulco oblíquo que parte da base do endopodito e se estende até o meio do segmento; área externa do sulco portando minúsculos tubérculos; seta externa inserida lateralmente na superfície anterior. Basípodo do exopodito com processo triangular esclerotizado na superfície posterior próximo ao canto distal interno projetando-se sobre o segundo segmento; canto distal externo estendido com processo arredondado. Não há processos esclerotizados entre os basípodos do endopodito e exopodito. Espinho lateral curvo na extremidade, inserido no terço distal da margem externa, correspondendo a 1/6 do comprimento da garra terminal, e ornamentado com fileira de espínulos na margem interna. Garra terminal forte, com constrição aproximadamente na metade, curvada para dentro e com espínulos ao longo da margem interna.

Comentários: O exemplar fotografado e ilustrado foi coleta no rio Grande, no reservatório de Furnas. No presente estudo a espécie ocorreu nas regiões sudeste e sul do Brasil, com limite no rio Iguaçu. Diversos trabalhos apontam uma ampla ocorrência no Brasil, e a localidade tipo é na Paraíba, no nordeste brasileiro. Ocorre também em algumas regiões da Argentina. Esta espécie pode ser confundida com *N. cearensis* e *N. isabellae*, porém detalhes na base da A1D e da P5 diferenciam *N. iheringi* das demais. Também podem lembrar *N. conifer* pelo tamanho pequeno do espinho lateral na P5, porém *N. conifer* possui um processo espinhoso bastante desenvolvido no segmento 15 da antênula direita, o qual é característico dessa espécie, embora possa ocorrer também em *N. henseni*, como foi observado nesse estudo, sendo, nesse caso, diferenciado através de outras características.

No presente trabalho essa espécie ocorreu em ambientes com diferentes graus de trofia, desde oligotróficos como Emborcação e Furnas, até eutróficos como Barra Bonita e Foz do Areia. Dessa maneira, sua presença ou ausência não é indicada para fins de

biomonitoramento, pois se trata se uma espécie amplamente distribuída latitudinalmente, até o nordeste brasileiro.

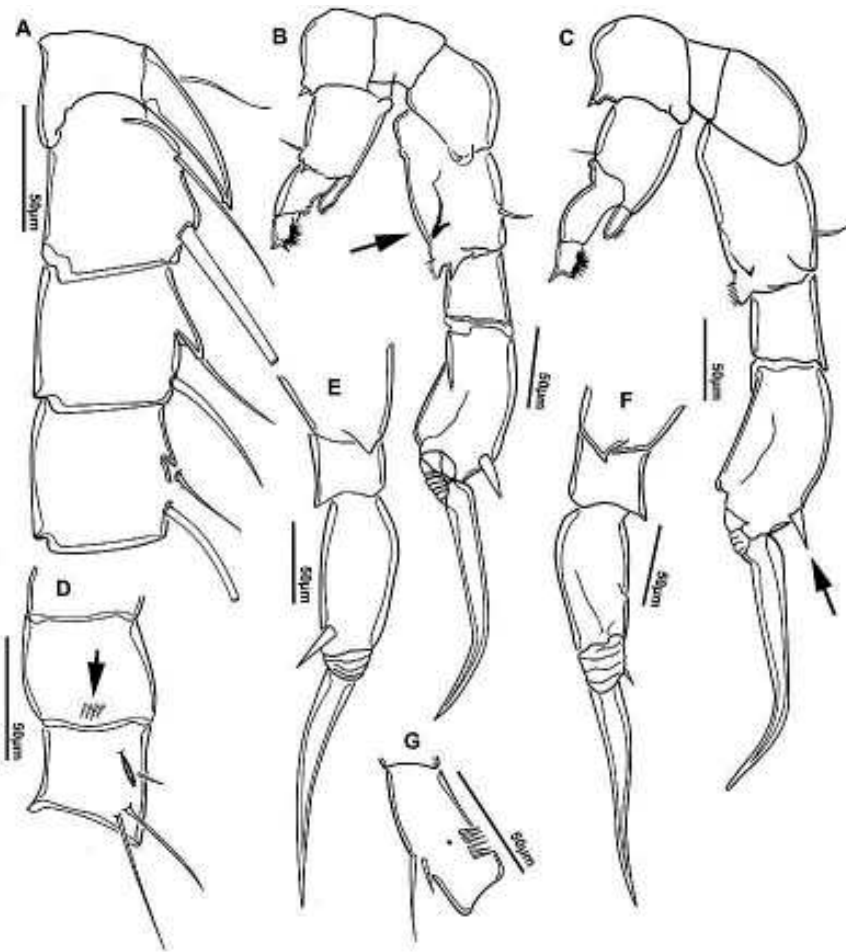


Figura 72. *Notodiptomus iheringi* ♂. A. Segmentos 13-16 da A1D; B, C. Pr em diferentes posições. D. Segmentos 1 e 2 da A1D; E, F. Segmentos terminais do exópodo da P5 em diferentes posições. G. Segmento 1 do endopodito da antena 2.

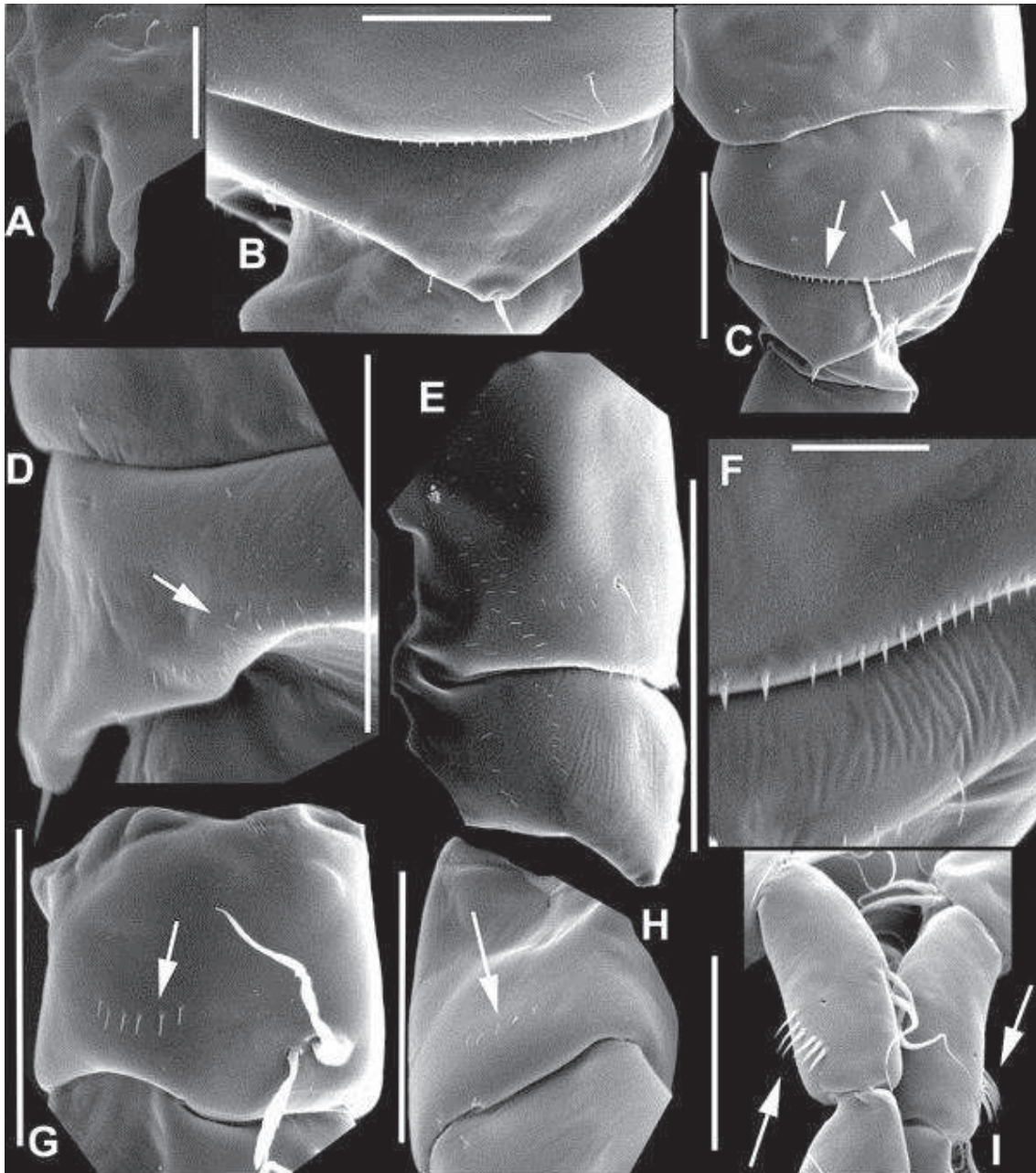


Figura 73. *Notodiptomus iheringi* ♂. A. Rostrum (20 μ m). B. Segmentos 4 e 5 do prossomo, vista lateral (50 μ m). C. Segmentos 3, 4 e 5 do prossomo, vista lateral (100 μ m). D. Detalhe na ornamentação de espínulos próximo a sensila no segmento 5 do prossomo (50 μ m). E. Segmentos 4 e 5 do prossomo (100 μ m). F. Detalhe na ornamentação de espínulos na margem distal do prossomo 4 (20 μ m). G, H. Segmento 1 da A1D, e detalhe na linha de espínulos (50 μ m). I. segmentos 1 do endópodo da A2 (50 μ m).

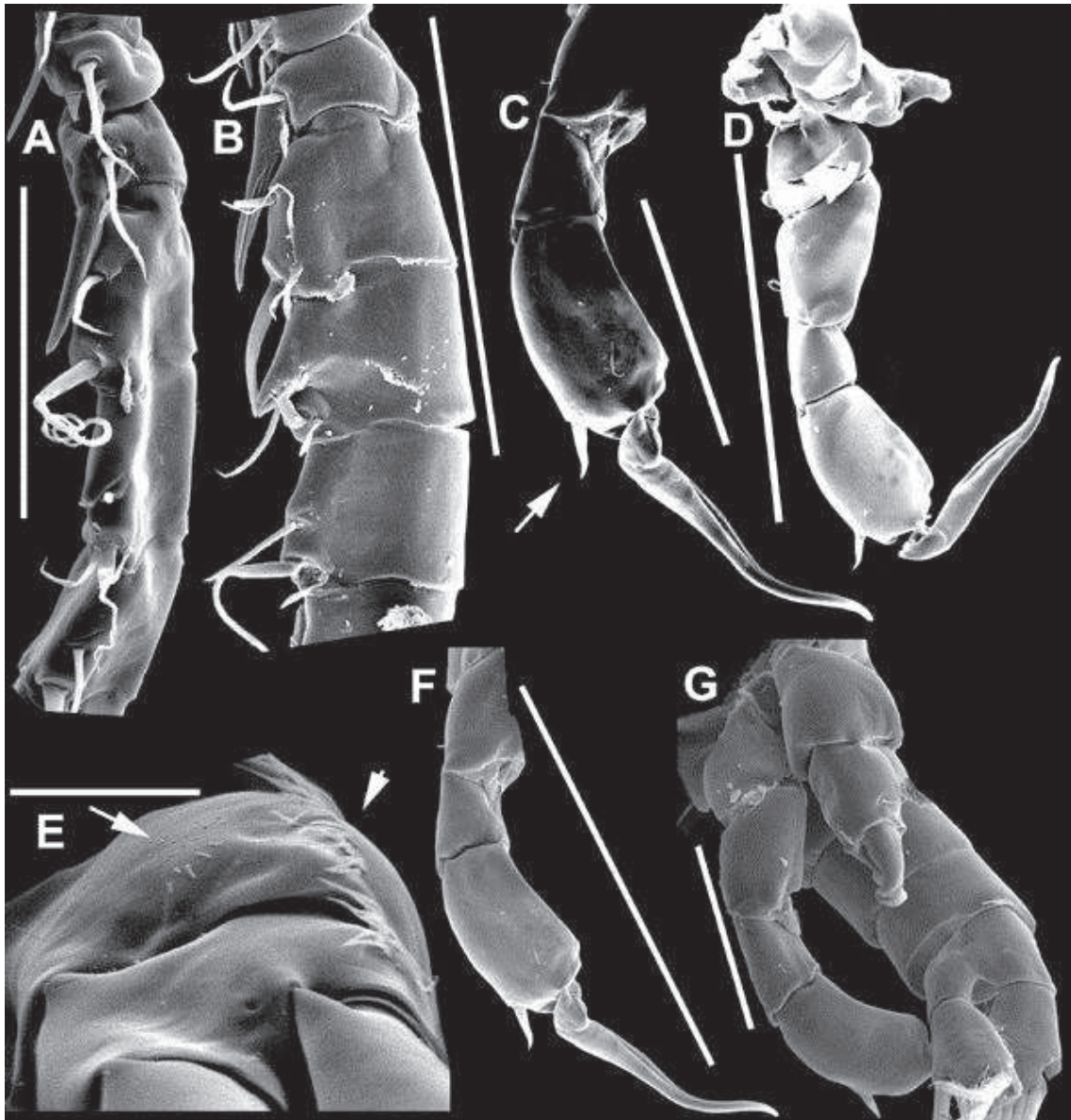


Figura 74. *Notodiptomus iheringi* ♂. A. Segmentos 12-16 da A1D (100 μm). B. Segmentos 13-16 da A1D. C, D. P5 direita (C=100 μm; D=200 μm). E. Detalhe nos espínulos presentes na coxa e base da P1 (20 μm). F. P5 direita (200 μm). G. P5 completa (100 μm).



Figura 75. Distribuição geográfica de *N. iheringi* no presente trabalho.

Notodiptomus incompositus (Brian, 1926) (Figuras 76, 77 e 78).

Diagnose: ♂ adulto, tamanho: 1.029 µm. Apresenta 5 setas no último segmento da A1D; seta do segmento 13 modificada formando um processo espiniforme forte, com ápice bífido e comprimento não ultrapassando a margem distal do segmento 14; processo espiniforme do segmento 15 maior do que o segmento 16. Base da P5 com sem saliência, sulco ou tubérculos na superfície posterior; margem interna com sulcos longitudinais no tegumento; seta externa inserida lateralmente na superfície anterior. Lóbulo endopodal fundido ao canto distal interno da base, com fileira de espínulos na superfície anterior interna. Primeiro segmento do ExpP5 direita tem proporção comprimento/largura de 1:1. Segundo segmento do exopodito cilíndrico com a superfície anterior côncava; margem interna com tubérculo esclerotizado na região mediana. Espinho lateral levemente curvado, inserido subterminalmente, menor que 1/3 do comprimento da garra terminal e ornamentado com fileira de espínulos na margem interna. Garra terminal forte, curvada pra dentro, com espínulos ao longo da margem interna. Setas da ramo caudal com raque reticulada.

Comentários: Essa espécie foi coletada no reservatório de Machadinho (MAC-M), no rio Uruguai. Ela apresenta distribuição no sul do Brasil, abaixo do rio Iguaçu, possivelmente pelo clima ser mais ameno, e também ocorre amplamente na Argentina e no Uruguai. No presente estudo, esteve entre as espécies dominantes nos locais em que esteve presente, sendo essa dominância associada à ampla distribuição e possivelmente relacionada às suas estratégias reprodutivas e alimentares. Não apresentou uma tendência de ocorrer em ambientes com maior ou menos grau de trofia, ocorrendo em elevada abundância em ambos tipos de ambientes, assim como *N. henseni*. Podemos generalizar que *N. henseni* foi a espécie dominante na região norte da bacia do Prata, e *N. incompositus* na região sul. Ela pode ser facilmente identificada pelas ornamentações da raque do ramo caudal.

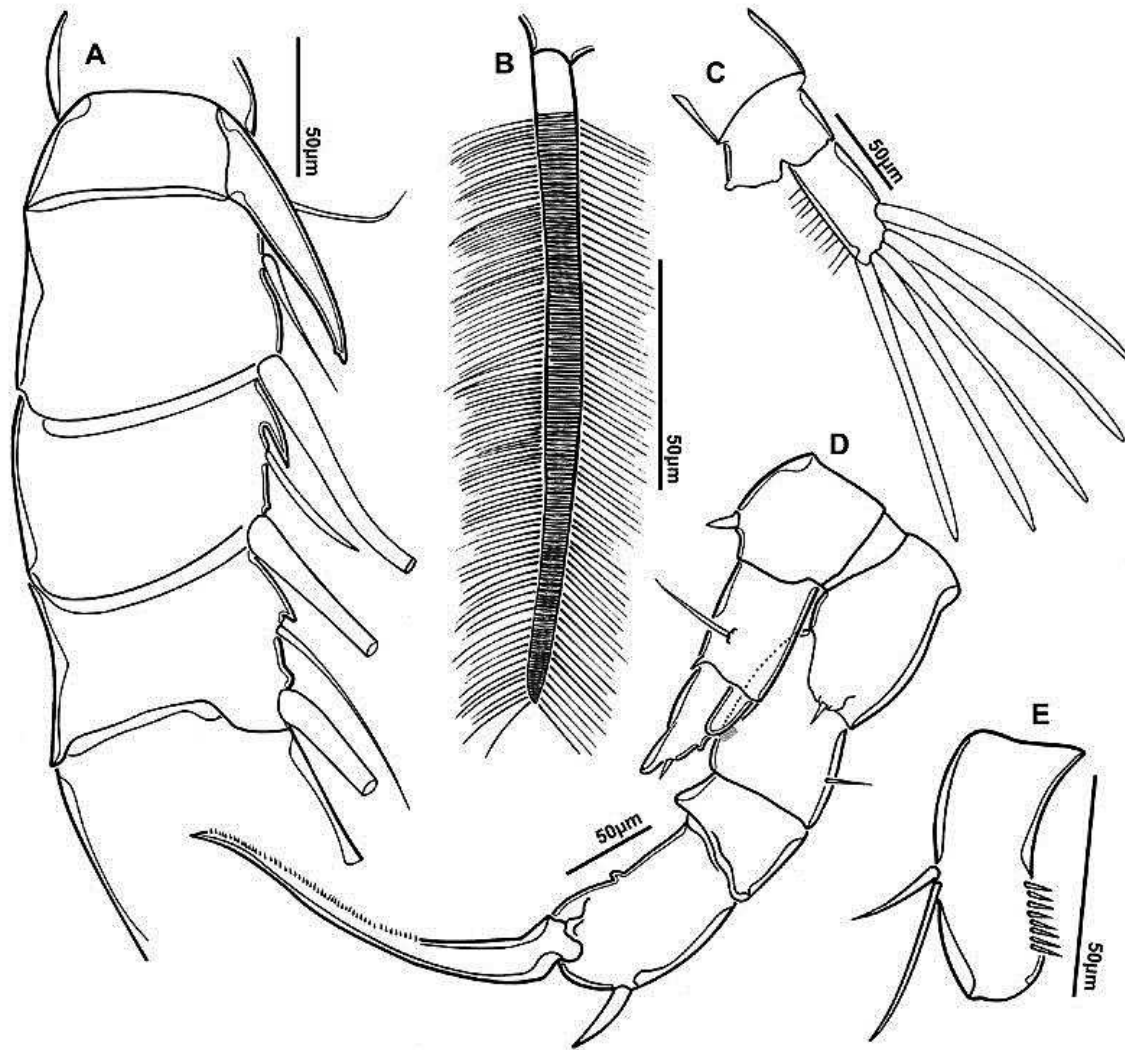


Figura 76. *Notodiptomus incompositus* ♂. A. Segmentos 13-16 da A1D; B. Seta do ramo caudal com raques reticuladas; C. Vista dorsal do ramo caudal; D. P5 completa; E. Primeiro segmento do endopodito da antena 2.

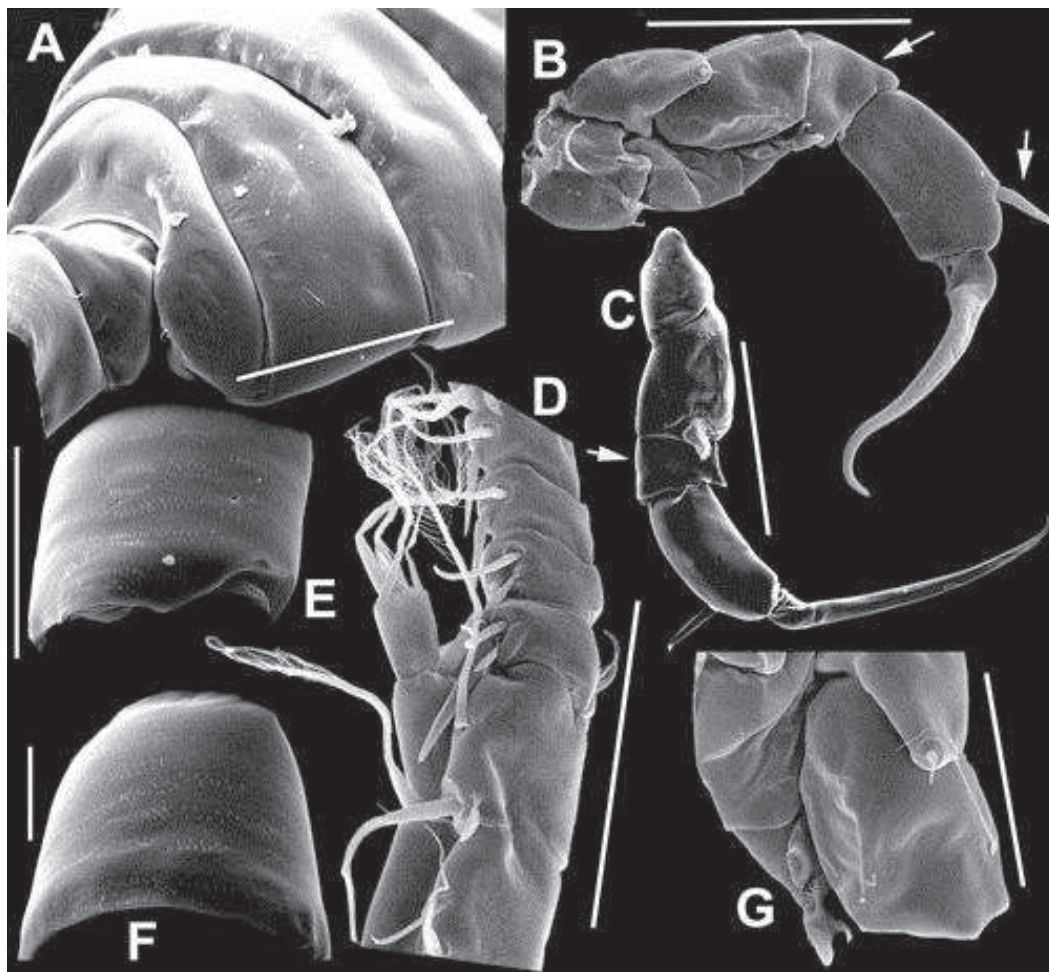


Figura 77. *Notodiptomus incompositus* ♂. A. Vista dorsal dos segmentos 3, 4 e 5 do prossomo (100 µm). B, C. P5 completa (100 µm). D. segmentos 10-15 da A1D (100 µm). E. Vista dorsal do urossomo 4 (50 µm). F. Vista dorsal do urossomo 3 (20 µm). G. P5 esquerda e coxa e base da P5 direita (100 µm).



Figura 78. Distribuição geográfica de *N. incompositus* no presente estudo.

Notodiptomus isabelae (Wright, 1936) (Figuras 79 e 80)

Diagnose: ♂ adulto, tamanho: 919,96µm. Presença de linha de espínulos fortes na margem distal do prossomo 4, dorsal e lateral. Processo espinhoso no segmento 13 da A1D passa a metade do segmento 14, mas não atinge o término desse segmento, presença de processos espinhosos nos segmentos 15 e 16. No BspP5 direita existem duas expansões na margem interna proximal, com uma pequena proeminência na superfície posterior; primeiro segmento do ExpP5 direita com uma expansão larga na margem distal no final; segundo segmento do ExpP5 com largura cerca de $\frac{3}{4}$ do comprimento; espinho lateral curto, inserido no quarto distal da margem externa; garra terminal longa, levemente curvada.

Comentários: O exemplar ilustrado foi coletado no trecho médio do rio Paraná, no reservatório de Yaciretá (YACI-B). Dussart & Frutos (1986) mencionam essa espécie no trecho médio do rio Paraná e, ao compararem com o trabalho de Paggi (1976), mencionam diferenças no segmento 20 da A1D, relacionados a poecilândia. No presente estudo não foi verificado processo falciforme nesse segmento, mas ele pode ocorrer, como verificado para outras espécies. A localidade-tipo dessa espécie é no estado de Pernambuco, no nordeste brasileiro, bacia do rio São Francisco, mas essa espécie distribui-se também no restante do país e na Argentina, porém até o trecho médio do rio Paraná. A princípio parece não ocorrer nos rios Uruguai e Iguazu, podendo ser limitada pelas baixas temperaturas de inverno dessas regiões.

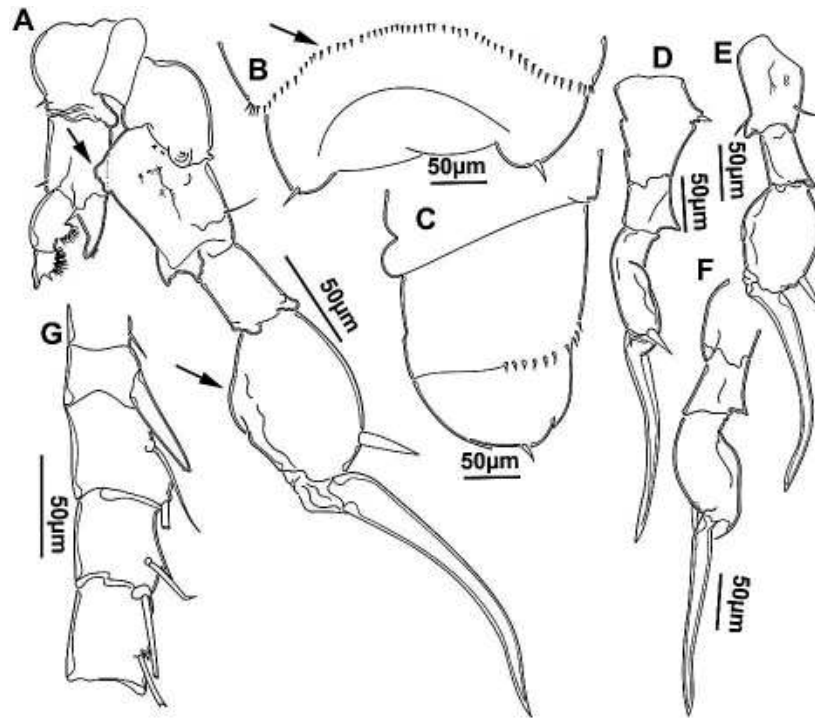


Figura 79. *Notodiptomus isabelae* ♂. A. P5 completa; B. Ornamentação de espínulos no segmento 4 do prossomo; C. Vista lateral do prossomo 4, com detalhe nos espínulos; D-F. P5 direita em diversas posições; G. Segmentos 12-16 da A1D.



Figura 80. Distribuição geográfica de *N. isabelae* no presente estudo.

Notodiaptomus santafesinus Ringuelet & Martinez de Ferrato (1967) (Figuras 81, 82 e 83).

Diagnose: ♂ adulto, tamanho: 967,38µm. Espinho lateral do Exp2P5 direita inserido bem próximo à garra terminal, ligeiramente curvado para o lado externo e comprido, cerca de 4 vezes mais comprido que largo. Margem distal do segmento 20 da A1D terminando em um processo pequeno com ápice bifurcado.

Comentários: Exemplar coletado no trecho baixo do rio Paraguai (RPAG-B). Essa espécie se distribui na Argentina, nos trechos médio e baixo do rio Paraná. Atualmente pode ser considerada como uma espécie comum, sendo frequente em amostras de zooplâncton dessa região. Porém Ringuelet & Martinez de Ferrato (1967) sugerem que essa espécie era pouco comum no período da sua descrição, ocorrendo em ambientes lóticos ou adjacentes, e entre os meses de fevereiro e abril.

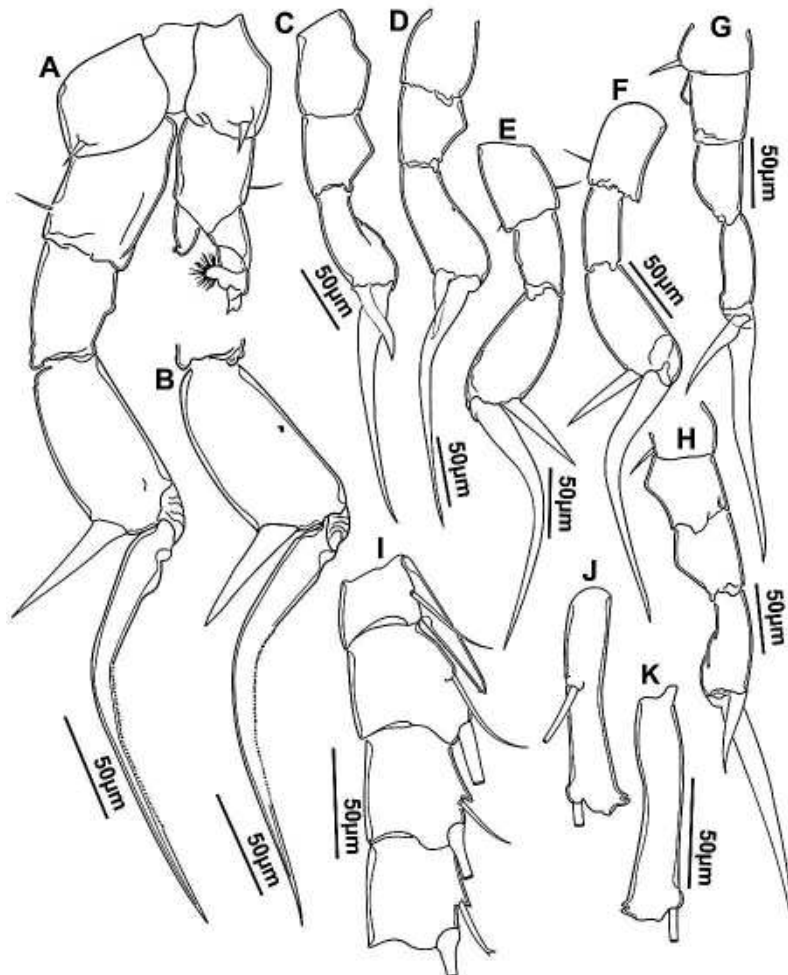


Figura 81. *Notodiaptomus santafesinus* ♂. A. P5 completa; B. Segmento terminal do exopodito da P5 direita; C-H. P5 direita em várias posições; I Segmentos 13-16 da A1D; J, K. Segmento 20 da A1D em diferentes posições.

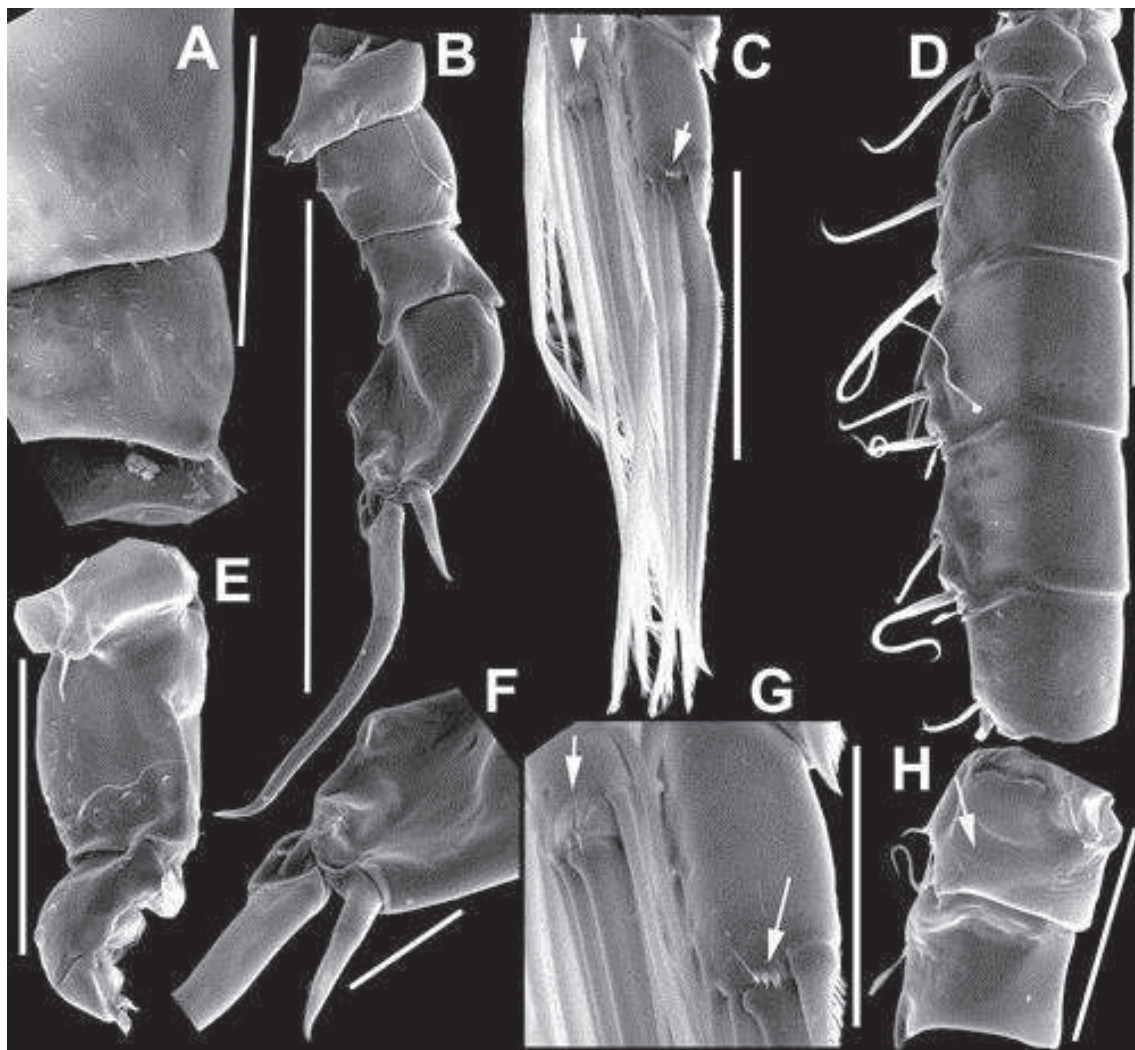


Figura 82. *Notodiptomus santafesinus* ♂. A. Vista dorsal da metade direita dos prossomos 4 e 5 (100 μm). B. P5 direita (300 μm). C. Segmentos terminais do endópodo e exópodo da P4 (100 μm). D. Segmentos 13-17 da A1D (200 μm). E. P5 esquerda (100 μm). F. Detalhe no segmento terminal do exópodo da P5 direita (50 μm). G. Detalhe na ornamentação de espínulos do endópodo e exópodo da P4 (50 μm). H. Segmentos 1 e 2 da A1D (100 μm).



Figura 83. Distribuição geográfica de *N. santafesinus* no presente estudo.

Notodiptomus spiniger (Brian, 1925) (Figuras 84, 85 e 86).

Diagnose: ♂ adulto, tamanho: 1.466 µm. Presença de espínulos dorsais e laterais nas suturas dos prossomos 4 e 5. Ângulo posterior do prossomo 5 termina em um espinho longo e forte. Processos espiniformes bem desenvolvidos nos segmentos 13 e 15 da A1D; segmento 20 da A1D geralmente possui um processo falciforme curvado na ponta, mais comprido que largo, porém esse processo pode não aparecer, conforme no trabalho de Dussart & Frutos (1985). Presença de um processo mamiforme no BspP5 direito. Espinho lateral do Exp2Pr direita tem quase o comprimento do artigo e está inserido próximo à base da garra terminal; garra terminal comprida, cerca de 3 vezes o tamanho do espinho lateral.

Comentários: O exemplar ilustrado foi encontrado no trecho alto do rio Uruguai, no reservatório de Machadinho. Nas buscas bibliográficas foi verificado apenas um registro para o Brasil, na planície de inundação do alto rio Paraná. Referente à presença ou não, e tamanho dos processos espinhosos nos segmentos 15 e processo falciforme no segmento 20 da A1D, Ringuelet & Martinez de Ferrato (1967) discutem que esses efeitos de poecilandria resultaram numa sinonímia dessa espécie, como "*Diaptomus*" *toldti* Pesta, 1927, e ainda acrescentaram que indivíduos que apresentaram processos bem desenvolvidos nesses segmentos foram maiores em tamanho corporal. Brehm (1933) havia incluído essa espécie no gênero *Argyrodiaptomus*, e posteriormente foi colocada no gênero *Notodiptomus* por Kieffer (1936), o qual já contestava a inclusão dessa espécie no gênero *Argyrodiaptomus* por possuir um processo mamiforme no BspP5 direita. Alguns autores (Ringuelet & Martinez de Ferrato, 1967) optaram em utilizar "*Diaptomus*" *spiniger*, e, de fato, ao observar o trabalho de Kieffer (1972) pode-se verificar a presença de processos mamiformes no gênero "*Diaptomus*" s. rest., semelhantes ao encontrado em *N. spiniger*. Essa espécie em geral foi motivo de várias confusões e continua sendo atualmente. Além da sinonímia como "*Diaptomus*" *toldti*, houve outras duas. Brehm (1957) a descreveu como "*Diaptomus*" *birabeni*, e Dussart (1979) como *Notodiptomus orellanai*, porém foram algumas variações morfológicas que os levaram às essas conclusões, que a maioria dos pesquisadores não concordou.

Essa espécie merece maiores estudos, checando as sinonímias com os materiais depositados em museus e coleções particulares, e também retirando essa espécie do gênero *Notodiptomus*, pois o processo mamiforme no BspP5 direita contraria as demais características desse gênero. Possivelmente um novo gênero deverá ser criado para essa espécie.

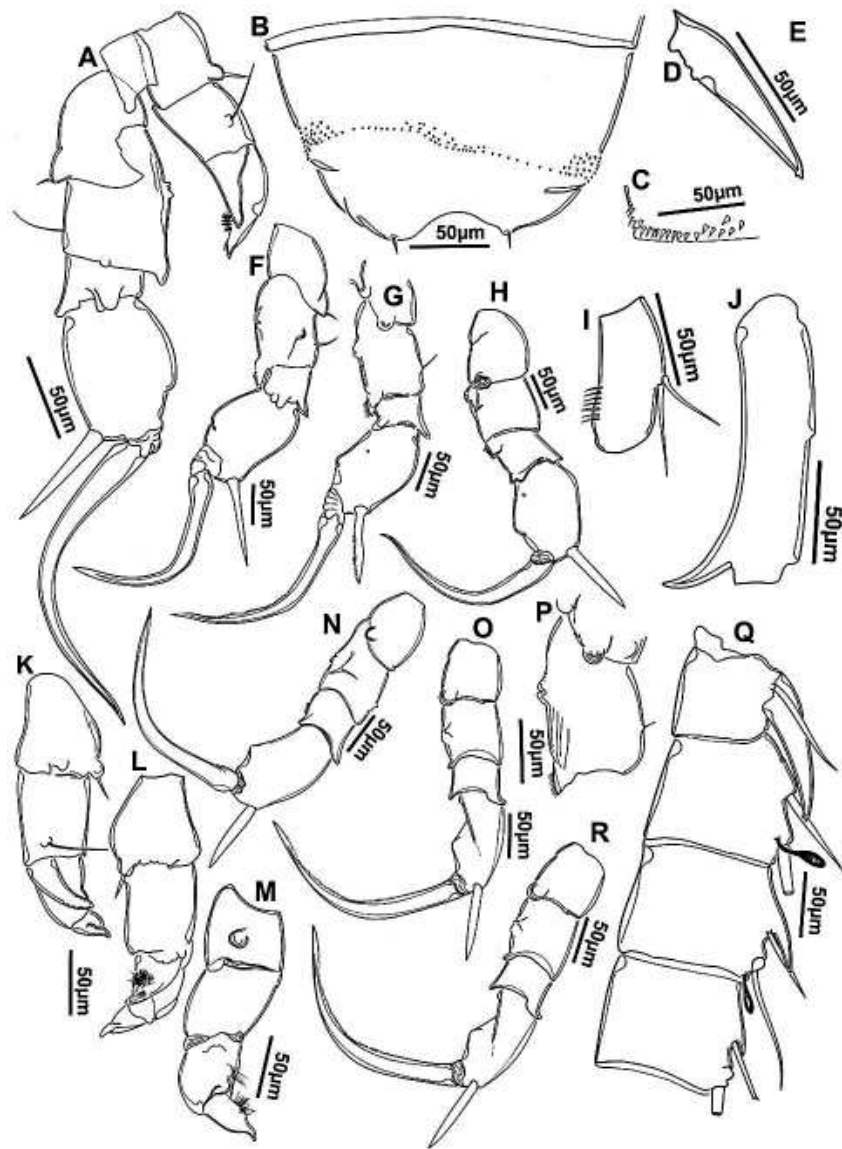


Figura 84. *Notodiptomus spiniger* ♂. A. P5 completa. B. Prossomos 4 e 5, detalhes nas ornamentações de espínulos; C. Detalhe de espínulos na vista lateral do prossomo 4; D. Processo espinhoso do segmento 13 da A1D; E. Segmentos 13-16 da A1D; F-H. P5 direita em diferentes posições; I. Primeiro segmento do endopodito da antena 2; J. Segmento 20 da A1D; K-M. P5 esquerda em diferentes posições; N, O. P5 direita em diferentes posições; P. Detalhe no processo mamiformes na margem do basípodo da P5 direita; Q. Segmentos 13-16 da A1D; R. P5 direita.

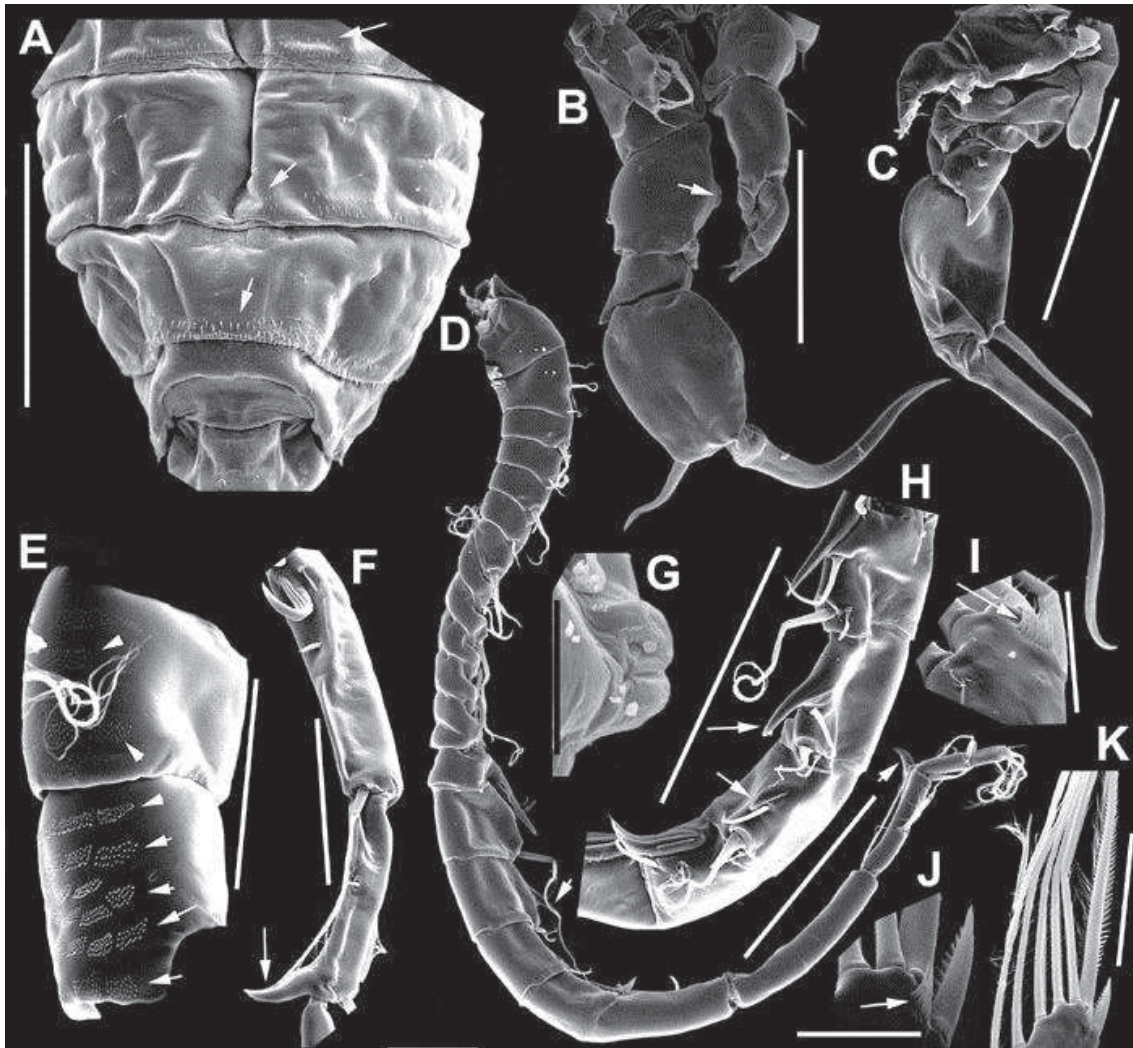


Figura 85. *Notodiptomus spiniger* ♂. A. Prossomo e urossomo, com detalhes na ornamentação de espínulos (200 μm). B, C. P5 completa (150 μm). D. A1D (120 μm). E. Urossomos 3 e 4, com detalhes nas ornamentações de espínulos (100 μm). F. Segmentos 19 e 20 da A1D (100 μm). G. Processo mamiforme na P5 direita (20 μm). H. Processo espinhoso do segmento 13 e segmentos 14-17 da A1D (200 μm). I. Segmento terminal do endópodo da P4, com detalhe na ornamentação de espínulos (20 μm). J. Segmento terminal do exópodo da P4, com detalhe na ornamentação de espínulos (20 μm). K. Segmento terminal do exópodo da P4, com detalhe na ornamentação do espinho terminal (50 μm).



Figura 86. Distribuição geográfica de *N. spiniger* no presente estudo.

Notodiptomus cf. spinuliferus (Dussart, 1985) (Figuras 87 e 88).

Diagnose: ♂ adulto, tamanho: 952,24 µm. Presença de uma linha de espínulos na margem distal do prossomo 4, sendo simples nas laterais com espínulos maiores e múltipla no dorso com espínulos menores. Processos espinhosos na A1D nos segmentos 13, 15 e 16, sendo o 13 com ápice bifido e estendendo-se até 2/3 do segmento 14; processo do segmento 15 maior do que do segmento 16; segmento 20 da A1D pode ou não apresentar processo falciforme. Sem grânulos ou quaisquer processos na margem interna do bspP5 direita. Presença de um processo esclerotizado semicircular no último artículo do ExpP5 direita; espinho lateral grande, mais comprido que a largura do segmento, fino, levemente curvado e inserido na parte mais larga do segmento; garra terminal levemente curvada, duas vezes mais longa que o segmento.

Comentários: O exemplar ilustrado e fotografado foi encontrado no trecho alto do rio Paraguai (RPAG-A). Foram encontrados poucos indivíduos. Essa espécie precisa de uma revisão, com base nas referências consultadas. Primeiramente, existem duas descrições para essa espécie: Dussart (1985) e Dussart & Matsumura-Tundisi (1986), no qual o autor da primeira menciona o segundo artigo que ainda não havia sido publicado, colocando ilustrações breves. Usando o bom senso, a segunda descrição é válida e a mais utilizada; entretanto, segundo o código de nomenclatura zoológica, a primeira descrição (mais antiga) deve ser utilizada, no caso, a de 1985, que foi seguida nesse trabalho. Recentemente, D. Previattelli (*com. pessoal*) checou os exemplares depositados no MZUSP (6971) e verificou que não se parecem com os apresentados por esses autores acima mencionados, tampouco com aqueles apresentados por Paggi (2001) e Matsumura-Tundisi (2008). Outros registros dessa espécie no Brasil são, no mínimo, confusos. Matsumura-Tundisi (2008) publicou uma nota científica corrigindo sua publicação de 1986 (Dussart & Matsumura-Tundisi, 1986), na qual a autora afirma ter trocado as ilustrações de *N. deitersi* com *N. cf. spinuliferus*. Porém, mesmo assim, as ilustrações apresentadas nesse trabalho diferem das de Paggi (2001) e também dos exemplares depositados no MZUSP. Nesse caso, o *status* de *N. cf. spinuliferus* é indefinido e confuso atualmente, precisando de uma revisão detalhada.

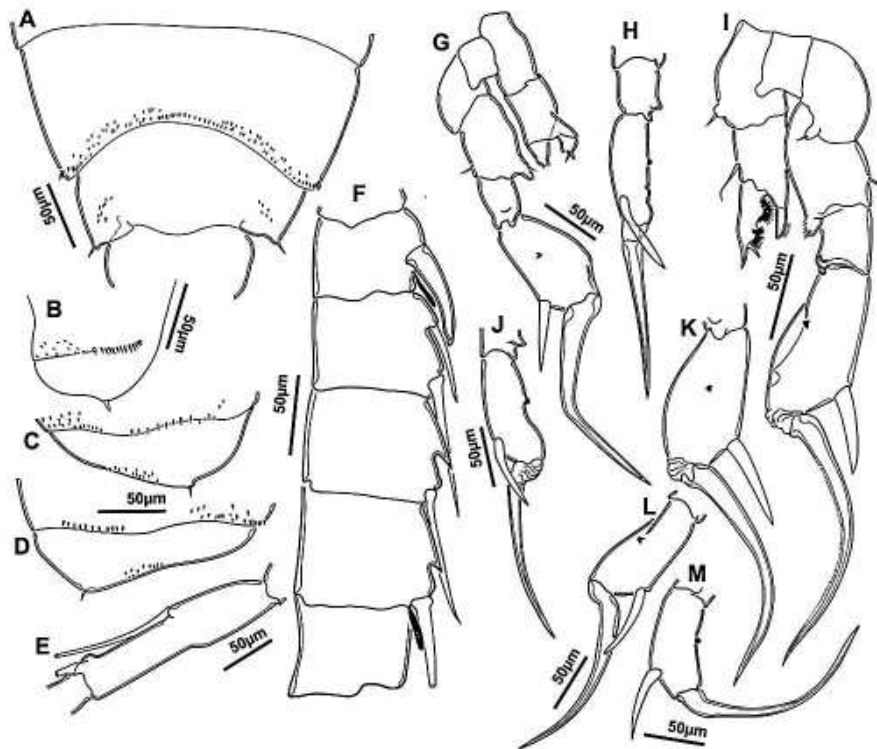


Figura 87. *Notodiaptomus* cf. *spinuliferus* ♂. A-D. Detalhes nas ornamentações de espínulos dorsais no prossomo 4, também em vista lateral; E. Segmento 20 da A1D; F. Segmentos 13-17 da A1D; G. P5 completa. H. P5 direita; I P5 completa; J-M. Exopodito da P5 direita em várias posições.



Figura 88. Distribuição geográfica de *N.cf. spinuliferus* no presente estudo.

Odontodiaptomus thomseni (Brehm, 1933) (Figuras 89, 90 e 91).

Diagnose: ♂ adulto, tamanho: 1.088,22 µm. Presença de um processo esclerotizado na margem interna distal do ramo caudal esquerdo, em vista lateral; presença de protuberâncias quitinosas no ramo caudal direito, em vista dorsal. No segmento 20 da A1D, existe uma membrana hialina recortada (repicada), segundo a descrição original, mas observando no microscópio parece ser dentada. As setas modificadas dos segmentos 10, 11 e 13 são grandes, o segmento 14 não possui seta modificada, e as setas modificadas dos segmentos 15 e 16 são desenvolvidas. O CxpP5 direita possui uma pequena protuberância quitinosa na região superficial, aproximadamente no meio; o BspP5 direita possui três lamelas quitinosas semi-circulares, em sequência; Exp1P5 direita possui um processo circular quitinoso na margem distal; Exp2P5 direita com espinho lateral inserido na base, sendo 6-7 vezes longo que espesso. Setas bem desenvolvidas no BspP5 esquerda.

Comentários: Exemplar encontrado no trecho baixo do rio Uruguai, no reservatório de Salto Grande (SGRA-B). Foram encontrados apenas 3 indivíduos e uma re-descrição foi preparada e em breve será publicada. Essa espécie está na lista vermelha de espécies ameaçadas de extinção (IUCN - Red List of Threatened Species, 2010 - Reid, 1996), devido a falta de registros recentes. Na verdade, o único registro encontrado dessa espécie foi o da sua descrição original em 1933. Existe um registro dessa espécie em poças de água na Venezuela, mas é duvidoso por ser muito distante da descrição original. Ringuelet (1958) não encontrou essa espécie em seu trabalho sobre copépodes argentinos. Nos trabalhos de J. C. Paggi, essa espécie também não foi encontrada. O registro dessa espécie no presente trabalho é uma importante fonte de informações, mostrando que a mesma não desapareceu e sendo o primeiro registro após 77 anos. O gênero *Odontodiaptomus* é composto por três espécies e alguns autores antigos como Wright, Kiefer, Brehm e Ringuelet, demonstravam grande interesse nesse gênero devido sua particularidade evolutiva comparado às outras espécies de Diaptomidae da região Neotropical, para o qual a população ancestral possivelmente foi separada durante o erguimento dos Andes ou pelo oceano epicontinental existente entre a Amazônia até o atual Pantanal, entre o Paleoceno e o Mioceno. Outra espécie relativamente comum desse gênero, *O. paulistanus*, não foi encontrada.

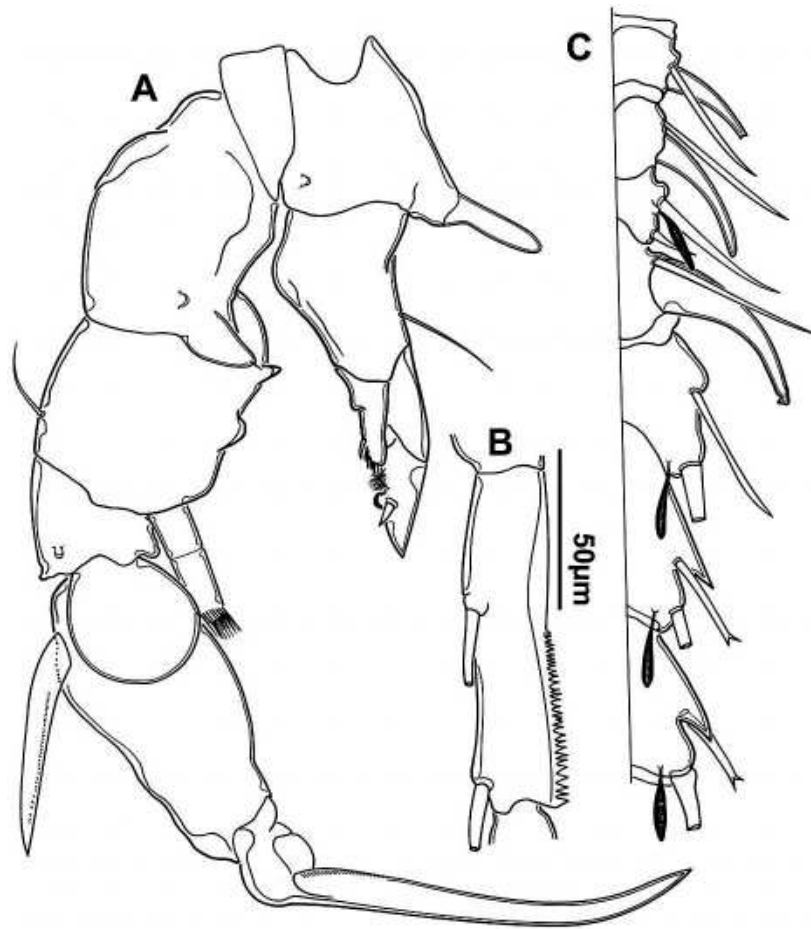


Figura 89. *Odontodiptomus thomseni* ♂. A. P5 completa; B. Segmento 20 da A1D; C. Segmentos 10-16 da A1D.

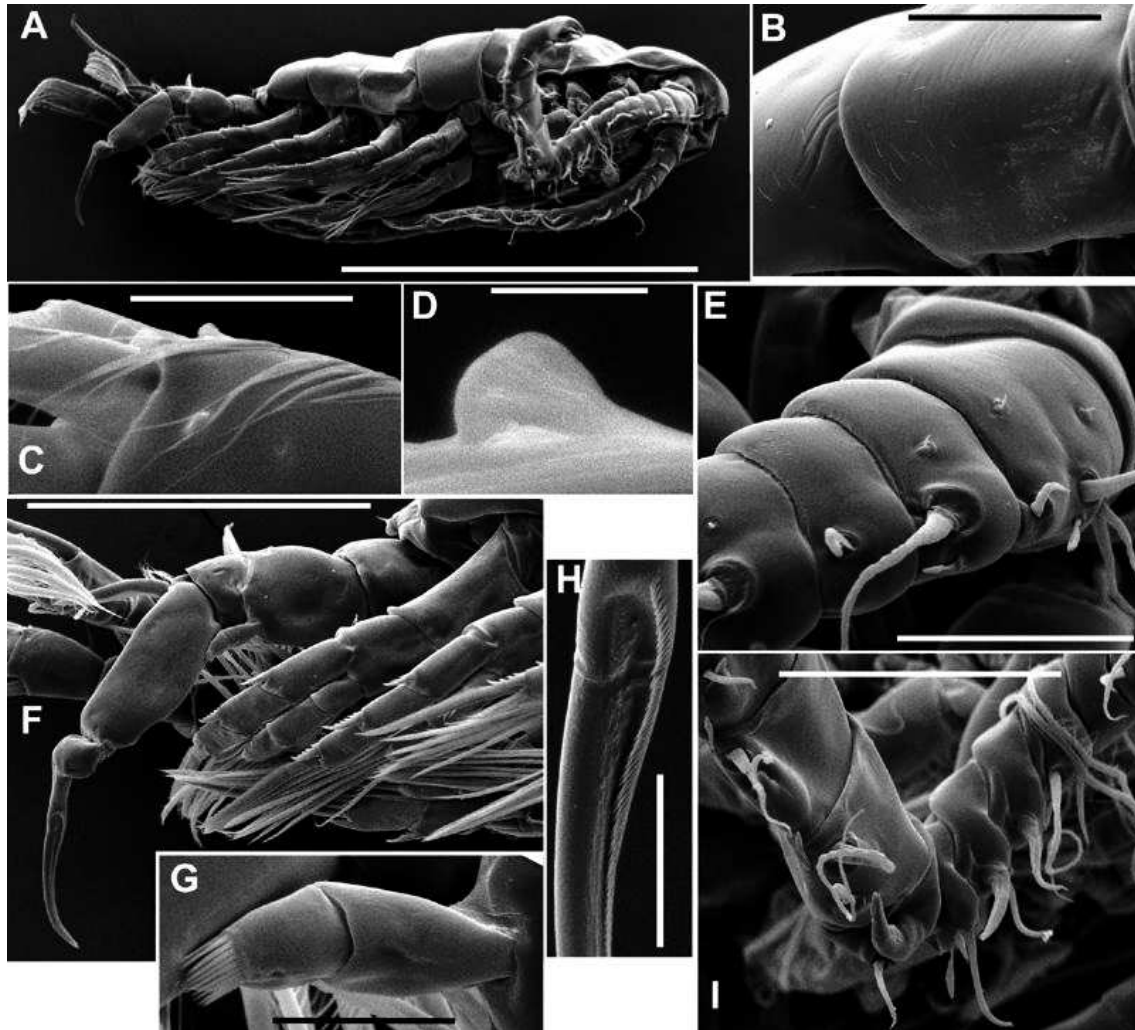


Figura 90. *Odontodiptomus thomseni* ♂. A. Vista lateral de um organismo adulto (500 μm). B. Detalhe nos espínulos na face dorsal dos prossomos 4 e 5 (50 μm). C. Ramo caudal esquerdo, vista ventral (20 μm). D. Detalhe no processo esclerotizado no ramo caudal esquerdo (2 μm). E. Segmentos 2-5 da A1D (50 μm). F. P5 direita, P4 direita e exópodo da P3 (200 μm). G. Endópodo da P5 direita (20 μm). H. Garra terminal da P5, vista ventral (20 μm). I. Segmentos 8-16 da A1D (100 μm).



Figura 91. Distribuição geográfica de *O. thomseni* no presente estudo.

Diaptomus curvatus n. sp. (Figuras 92, 93 e 94)

Diagnose: ♂ adulto, tamanho: 923,29µm. Segmento 11 da A1D com processo espinhoso na margem externa com comprimento maior do que o segmento 13; presença de processo espinhoso nos segmentos 15 e 16. Presença de duas fileiras de espinhos na superfície do Exp1 da A2. Presença de processos mamiformes pequenos na margem interna proximal do BspP5 esquerda e direita; Espinho lateral da P5 direita forte e inserido na margem proximal do artículo terminal, fortemente curvado na porção medial em 90 graus, com comprimento de 2/3 da garra terminal, atingindo até a inserção dessa no artículo; garra terminal grossa, quase na largura equivalente à porção mais estreita do artículo em que está inserido, com torção em três planos. Urossomo número quatro com um processo dorsal em forma subtriangular, com comprimento equivalente à largura do segmento do urossomo em que está inserido. Ramos caudais assimétricos, sendo o da esquerda maior do que o da direita; SI do ramo caudal com afinamento próximo a base.

Comentários: Exemplar encontrado no trecho médio do rio Paraná, no reservatório de Yaciretá (YACI-B). Foram encontrados poucos indivíduos nas amostras obtidas, ocorrendo nesse reservatório e no último ponto do trecho médio do rio Paraná. Essa espécie rara já havia sido encontrada por S.M. Frutos (*com. pessoal*) nesse reservatório, e J.C. Paggi (*com. pessoal*) encontrou três indivíduos machos dessa espécie no trecho médio do rio Paraná, em 1971 e 1993. Etimologia “*curvatus*” se referente à forte curvatura para trás observada no espinho lateral do Exp2P5 direita. Essa espécie é muito distinta de todos os outros Diaptomidae já encontrados na América do Sul. Ela possui algumas estruturas que parecem aberrações, como a P5 e o processo dorsal no urossomo. O artigo referente a descrição dessa espécie nova, junto com a próxima a ser apresentada, foi submetido e deverá ser publicado em breve. Após análise filogenética detalhada com auxílio do Dr. Daniel Previattelli, não se chegou à conclusão em qual gênero deve ser alocada essa espécie e tampouco a próxima, levando a possibilidade de serem novos gêneros. Porém, optou-se em manter o *status* como “*Diaptomus*” *sensu lato*, até consolidação das análises de filogenia e sistemática dos diaptomídeos neotropicais. Estudos evolutivos sobre essa espécie poderão ser realizados, apontando como sendo outro caso de extremo interesse como os gêneros bizarros que possuem poucas espécies, por exemplo *Odontodiaptomus*, *Tumeodiaptomus*, *Idiodiaptomus*, *Scolodiaptomus*.

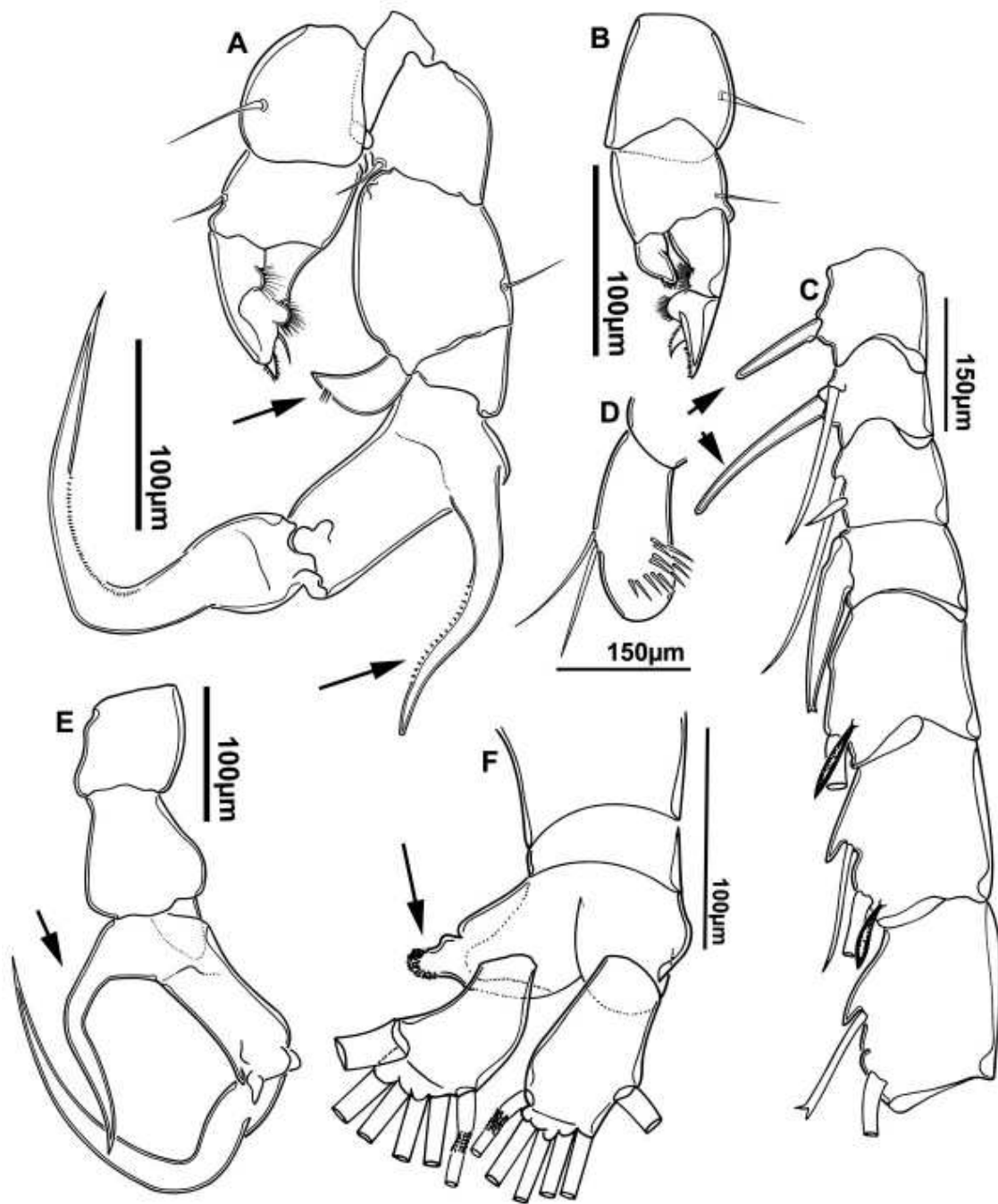


Figura 92. “*Diaptomus*” *curvatus* n. sp. ♂. A. P5 completa; B. P5 esquerda. C. Segmentos 10-16 da A1D; D. Primeiro segmento do endopodito da antena 2; E. P5 direita; F. Segmentos 2-4 do urossomo e ramos caudais, com detalhe no processo dorsal no UR4.

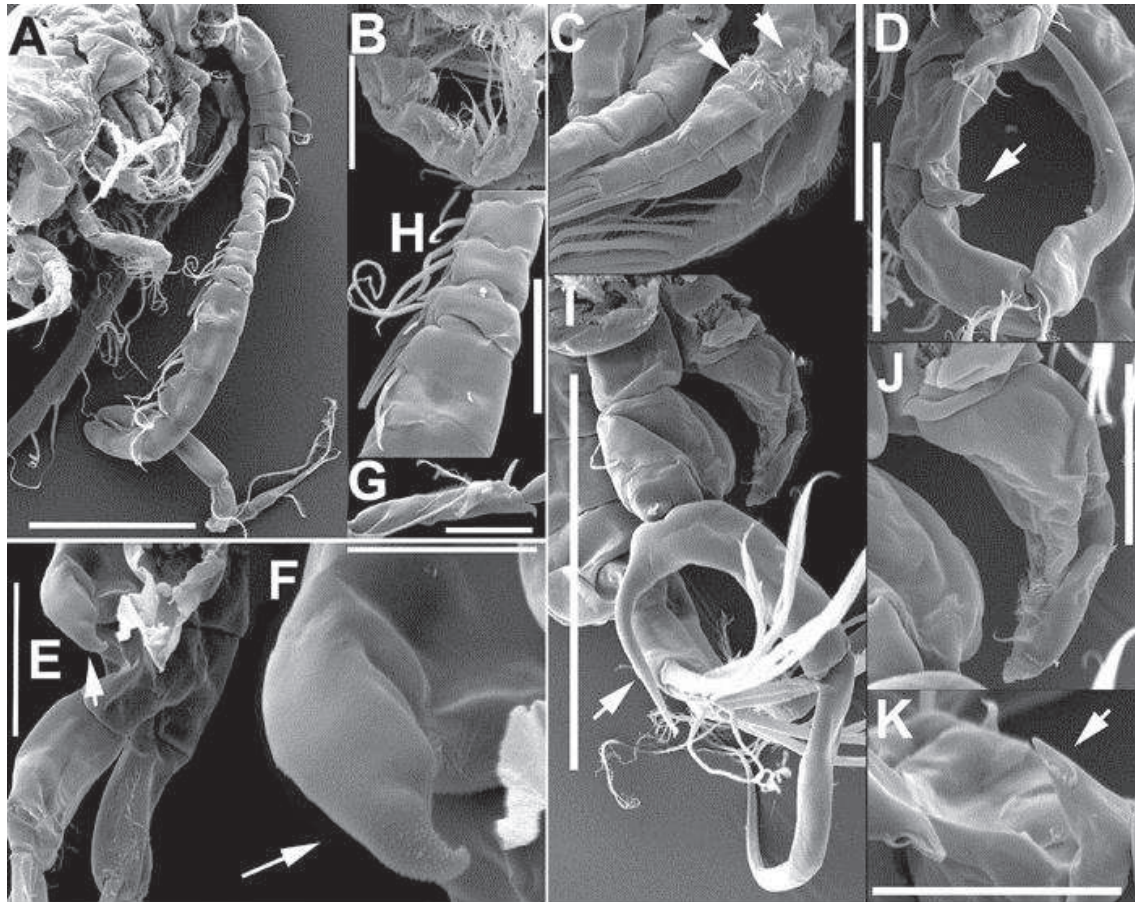


Figura 93. “*Diaptomus*” *curvatus* n. sp. ♂. A. A1D (150 μ m). B. Maxilípede direito (50 μ m). C. P1 e P2 (100 μ m). D. P5 direita (100 μ m). E. Final do urossomo e ramos caudais, com detalhe no processo dorsal (50 μ m). F. Detalhe no processo dorsal no Ur4 (20 μ m). G. Segmento 20 da A1D (50 μ m). H. Segmentos 11-14 da A1D (50 μ m). I. P5 completa (200 μ m). J. Basípodo da P5 direita e P5 esquerda (50 μ m). K. P5 direita, com detalhe no endópodo (50 μ m).



Figura 94. Distribuição geográfica de *D. curvatus* no presente estudo.

"*Diaptomus*" *frutosae* n. sp. (Figuras 95, 96 e 97)

Diagnose: ♂ adulto, tamanho: 1.346,86µm. Presença de uma linha simples e irregular de espínulos dorsais e laterais na margem distal do segmento 4 do prossomo. Processo espinhoso bem desenvolvido no segmento 10, 13, 15 e 16 da A1D, sendo a seta modificada do segmento 13 o mais longo, atingindo o término do segmento 14; e o processo espinhoso do segmento 15 é maior do que o segmento 16; processo falciforme diferenciado no segmento 20 da A1D, atingindo mais da metade do último segmento, com pequenas protuberâncias na margem proximal externa que se estendem quase até a metade do processo, sendo liso na porção restante; esse processo foi observado em todos os espécimes analisados (N=16), porém não se tem certeza na sua persistência devido a poecilandria. Exp1P5 direita mais largo que longo (1,5: 1); Exp2P5 direita com formato triangular, quase tão longo quanto largo. Presença de uma seta modificada forte na margem distal do canto esquerdo, no coxopodito da P5 esquerda.

Comentários: Exemplar encontrado no trecho médio do rio Paraná, no reservatório de Yaciretá (YACI-B) e no ponto RPAR-M2. Espécie relativamente abundante nas amostras obtidas. Ocorre em reservatórios e outros corpos de água próximos desses locais, segundo S. M. Frutos (*com. pessoal*). Etimologia em homenagem à Dra. Santa Margarita Frutos, pesquisadora do Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL, CONICET, Corrientes, Argentina). Em análise filogenética realizada, essa espécie ficou próxima do gênero *Scolodiptomus* Reid, 1987, o qual é monoespecífico (*Scolodiptomus corderoi*), e algumas características foram compartilhadas, como formato subtriangular do Exp2P5 direita, presença de processos espinhosos nos segmentos 13, 15 e 16, porém *S. corderoi* apresenta apenas uma lamela hialina sem ornamentações no segmento 20 da A1D e um processo dorsal no prossomo 4. Possivelmente essa espécie também será encaixada futuramente em um novo gênero.

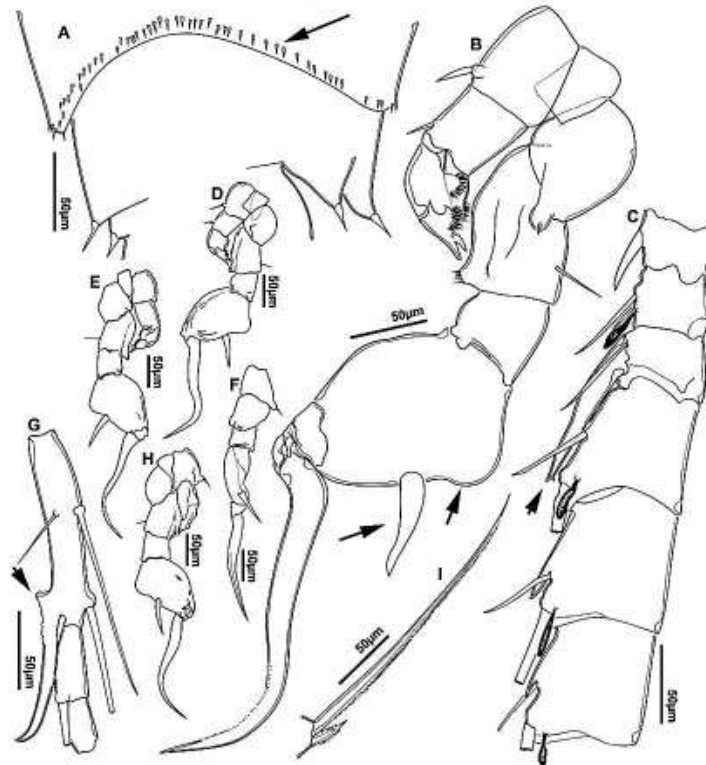


Figura 95. “*Diaptomus*” *frutosae* ♂. A. Segmentos 4 e 5 do prossomo, com detalhes nos espínulos; B. P5 completa; C. Segmentos 11-16 da A1D. D-F. P5 completa em várias posições; G. Segmento 20 da A1D, com detalhe no processo; H. P5 completa; I. Espinho terminal do endopodito da P4.

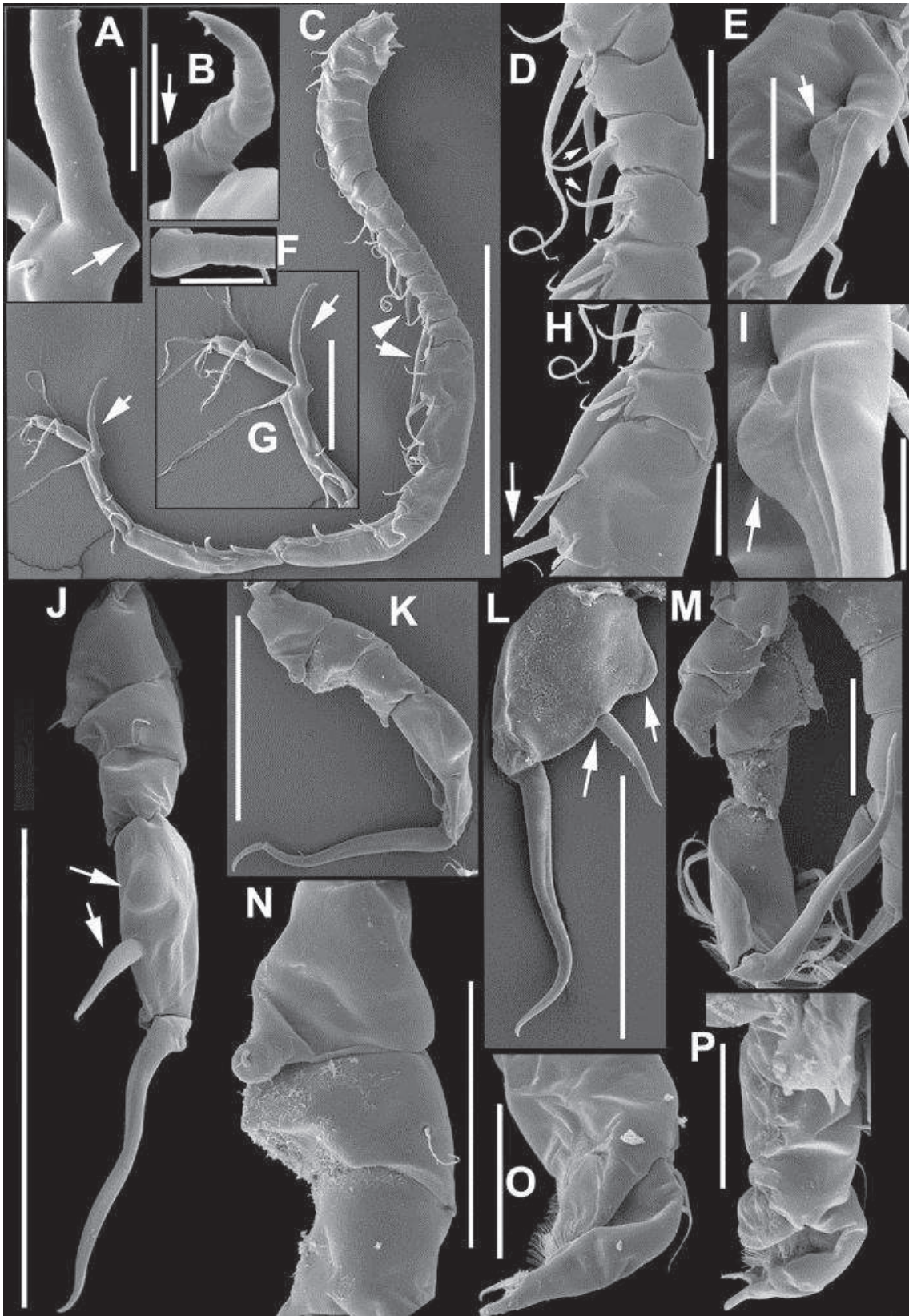


Figura 96. “*Diaptomus*” *frutosae* ♂. A, B. Segmento 20 da A1D (20 µm). C. A1D completa (400 µm). D. Segmentos 9-13 da A1D (50 µm). E. Segmentos 13 e 14, com detalhe no processo espinhoso do segmento 13 (50 µm). F. Segmento 20 da A1D, com detalhe na base (20 µm). G. Segmentos 20-22 da A1D (100 µm). H. Segmentos 12-14 da A1D (50 µm). I. Detalhe da base do processo espinhoso do segmento 13 (20 µm). J. P5 direita, caudal (300 µm). K. P5 direita, lateral (200 µm). L. Último segmento do

exópodo da P5 direita (200 μm). M. 5 completa (200 μm). N. Coxa e base da P5 direita (100 μm). O. P5 esquerda, basípodo, endopodito e exopodito (50 μm). P. P5 esquerda (50 μm).



Figura 97. Distribuição geográfica de *D. frutosae* no presente estudo.

Considerações finais

O número de espécies encontradas é inferior ao número total de espécies estimado para a bacia do rio da Prata, possivelmente pela amostragem pontual nos ambientes e também pela baixa frequência temporal das coletas. Para a região neotropical, Boxshall & Defaye (2008) sugerem 174 espécies de Cyclopidae e 82 espécies de Diaptomidae, totalizando 256 espécies, e no presente trabalho, foi encontrado 10% desse número para Cyclopidae, e 24% para Diaptomidae. Em um checklist da diversidade e distribuição de copépodes Cyclopoida de vida livre na região neotropical, Silva (2008) observou a ocorrência de 47 espécies entre as latitudes 10° e 40° na América do Sul, latitude correspondente em parte à bacia do rio da Prata, e a riqueza encontrada no presente estudo correspondeu a 36% das espécies.

Atualizações no material organizado e apresentado nesse estudo serão constantemente realizadas e publicadas ao longo dos anos, referente às correções taxonômicas, descrições de novas espécies e, ainda considerando os mesmos itens abordados nesse trabalho mas para os sexos opostos, ou seja, para machos de Cyclopoida e fêmeas de Calanoida, especialmente essas últimas devido a grande abundância no plâncton.

O esforço de amostragem do presente estudo gerou dados suficientes para compreender parte da distribuição espacial de diversas espécies de copépodes planctônicos na bacia do rio da Prata. Com a bibliografia existente, pode-se entender a

distribuição de boa parte das espécies na região neotropical. Os copépodes amostrados na zona lântica de reservatórios foram os mais próximos do termo propriamente dito; as amostras de regiões à montante nos reservatórios receberam espécies lólicas de tributários, de lagoas marginais quando presentes e espécies planctônicas de represas à montante (cascata de reservatórios); e as lólicas receberam contribuições de espécies lólicas propriamente dita, litorâneas, de lagoas e planícies de inundação e bentônicas, arrastados pela corrente da água.

Espécies tipicamente andinas não foram encontradas, como *Tumeodiptomus* e *Boeckella*. Espécies de Cyclopoida em geral foram distribuídas em grandes áreas – com poucas exceções, por outro lado, entre os Calanoida, somente *N. coniferoides* e *N. conifer* distribuíram-se por toda a bacia. Porém estudos taxonômicos detalhados são necessários buscando saber se não correspondem a complexos de espécies. Ainda, *N. coniferoides* ocorreu somente em trechos lólicos, possivelmente não ocorre com frequência em reservatórios.

O gradiente esperado de diminuição no número de espécies em direção ao sul do continente, pelo menos até o final da bacia do Prata, não foi observado. A calha central do rio Paraná funciona como uma rota para a retração/expansão de diversas espécies de copépodes. Possivelmente seu trecho médio permite a ocorrência de espécies do grupo do norte e do grupo do sul, e inclusive a co-ocorrência entre eles e a presença de algumas espécies com maior grau de endemismo, pelos resultados gerados até o presente momento. No ponto RPAR-B2 e no reservatório de Yaciretá, por exemplo, foram observados os maiores valores de espécies de Calanoida em toda a bacia. Em todo o trecho do rio Paraná médio, o elevado número de espécies foi verificado não somente nesse trabalho, mas também em outros (Paggi & José de Paggi, 1990; Dussart & Frutos, 1985, 1986), sendo que no seu trecho terminal é possível que cumulativamente ocorra o maior número de espécies, com o maior frequência de espécies endêmicas.

Com exceção das espécies *N. coniferoides*, *N. conifer* e *N. isabelae* (também considerando as referências bibliográficas), as demais espécies de Calanoida puderam ser divididas em três grupos, conforme sua distribuição geográfica. Tal fato não ocorreu para grande parte dos Cyclopoida. Espécies de Calanoida da região norte da bacia (especialmente do *complexo nordestinus*) tiveram como limite ao sul o trecho alto/médio do canal central do rio Paraná, e os rios Iguazu e o alto Uruguai. Abaixo dessa região, ocorreram espécies típicas da fauna argentina, nos trechos médio e baixo da bacia da

Prata, porém no trecho médio podem ser encontradas espécies das porções norte e sul da bacia, além de espécies restritas a essa faixa.

O limite de distribuição dos Diaptomidae, observado nos rios Iguaçu, alto Uruguai e médio Paraná, deve estar relacionado principalmente ao clima, e também às peculiaridades das bacias hidrográficas. No Estado do Paraná há um grande contraste de temperaturas anuais ao compararmos o norte com o sul; há o segundo planalto paranaense com altitudes superiores à 1.000 m de altitude, com inverno rigoroso – uma limitação para espécies que tem mais sucesso de desenvolvimento e persistem melhor em ambientes em clima mais quente. Além da distância aproximada de 400 km entre os rios Paranapanema e Iguaçu, onde ocorre uma mudança significativa de fauna, abaixo do rio Iguaçu, à aproximadamente 160km, situa-se o rio Uruguai, e nesse espaço há outro planalto com altitudes superiores à 1.000m, com geadas frequentes no inverno. Nesse caso, o rigor do inverno nessas regiões, em longo prazo, pode ter limitado a distribuição desses organismos no cenário atual, e ao longo dos anos deve ter ocorrido inúmeras expansões e retrações das espécies.

Possivelmente, a floresta amazônica e o planalto central brasileiro também funcionam como barreiras para a dispersão e desenvolvimento de algumas espécies da porção norte da região Neotropical, especialmente de Diaptomidae.

Conforme mencionado ao longo das diagnoses e comentários para os Calanoida, percebeu-se, ao analisar o segmento 20 da antênula direita, que ocorrem grandes variações no processo da margem distal, muitas vezes com formato falciforme. Deve-se tomar extremo cuidado com a ampla variabilidade morfológica dos gêneros encontrados no presente estudo. Paggi (1976) atribuiu aos efeitos de poecilandria essas variações morfológicas nos diaptomídeos na região do médio rio Paraná, na Argentina. Variações desse tipo foram observadas em *A. azevedoi* e *N. henseni*, porém com base em outros estudos, estas também podem ocorrer para *N. isabelae*, *N. cf. spinuliferus*, *N. spiniger*, entre outros.

Sobre o gênero *Argyrodiaptomus*, quando Brehm (1933) o criou, colocou *A. granulosus* como espécie tipo, agrupando todas as demais que atualmente pertencem à esse gênero. Porém, observa-se que na década de 1920 Wright (1927) já chamava de grupo “*bergi*” o que viria a ser o gênero *Argyrodiaptomus* posteriormente e, em 1938, Wright revisou o suposto grupo “*bergi*” na América do Sul, discordando de Brehm (1933) em determinados aspectos, inclusive quanto à inclusão e uso do nome desse gênero, que prevalece até hoje. A espécie tipo do gênero *Argyrodiaptomus* deve ser

Argyrodiaptomus bergi, pois segundo o código de nomenclatura zoológica prevalece o táxon mais antigo. *Argyrodiaptomus granulatus* não foi mais registrado com frequência depois da sua descrição original. Perbiche-Neves et al. (2011) encontraram uma população restrita de *Argyrodiaptomus bergi* numa poça de água em regiões montanhosas e frias do estado de Santa Catarina, no sul do Brasil, sendo o primeiro registro pro país e o primeiro depois de 36 anos.

A presença, ausência, quantidade e formato da ornamentação de espínulos presentes na superfície dorsal dos somitos nos *Notodiaptomus* foram ótimas características diagnósticas, podendo ser uma forma de distinguir algumas espécies entre si.

A P5 dos Diaptomidae encontrados são e continuam sendo a característica diferencial mais importante para a maioria das espécies. Entretanto, para algumas os detalhes são mínimos ou ausentes e outras características tem que ser notadas.

O comprimento do corpo dos organismos tem sido útil para a identificação nos Calanoida, por exemplo, para identificar *N. conifer* entre demais espécies que possuam espinho lateral pequeno no Exp2P5 direita. Porém, alguns trabalhos, como o de Ringuelet & Martinez de Ferrato (1967), apontam que exemplares machos que possuem processo bem desenvolvido na margem distal do segmento 20 da A1D, tendem a ser maiores dos que os que não possuem tal processo, utilizando este fato discriminar entre *N. amazonicus* e *N. spiniger*. Animais com processo bem desenvolvido no segmento 20, tenderam a apresentar processo espinhoso também maior no segmento 15. Nesse caso, experimentos laboratoriais simulando diversas condições poderiam esclarecer melhor a atuação dos efeitos indutores da presença ou não de processos nos segmentos 20 e 15 da A1D. Se esse fato for realmente provado, algumas sinonímias entre espécies poderão ser esclarecidas, como entre "*Diaptomus*" *toldti* e "*Diaptomus*" (*Notodiaptomus*) *spiniger*, esclarecida por Ringuelet & Martinez de Ferrato (1967), que demonstraram tratar da mesma espécie, embora a opinião de Brehm fosse contrária.

Notodiaptomus incompositus apresentou distribuição restrita aos trechos médios e sul da bacia, porém compartilha várias características morfológicas similares com *Notodiaptomus deitersi*, a espécie tipo do gênero, e está incluso no "complexo nordestinus". *Notodiaptomus spiniger* não participa desse complexo, porém também é restrito ao sul da bacia, assim como *N. dentatus*, *N. carteri*, entre outros. Embora *Notodiaptomus isabelae* tenha ocorrido apenas nos trechos médio e baixo da bacia,

existem diversos registros no trecho alto da bacia do rio Paraná e em outras bacias menores próximas, dentro do escudo brasileiro.

A ausência de *Notodiptomus deitersi* no presente estudo merece destaque. A espécie foi descrita originalmente na região de Cuiabá (MT) e, atualmente é o tipo do gênero *Notodiptomus* (Santos-Silva et al., 1999). Exemplares iguais aos apresentados por esses autores não foram encontrados nas amostragens desse trabalho, embora a checagem tenha sido minuciosa devido à elevada possibilidade de essa espécie ser encontrada na bacia. Procurou-se observar os apêndices natatórios e aos processos esclerotizados das bases da P5 esquerda e direita. As amostras do rio Paraguai foram revisadas visando encontrar essa espécie e, da forma apresentada por Santos-Silva et al. (1999), não foram encontradas. Matsumura-Tundisi (2008) publicou uma retificação de um trabalho de sua autoria, de 1986, dizendo que havia trocado os nomes de duas espécies e respectivas pranchas, no caso, com *Notodiptomus cf. spinuliferus*. Porém, esse morfotipo de *N. deitersi*, que é diferente de Santos-Silva et al. (1999), também não foi encontrado nas presentes amostragens. Com isso, há a possibilidade da amostragem pontual do nosso trabalho realmente não ter permitido a captura dessa espécie.

Notodiptomus cf. spinuliferus é incerto quanto a sua posição atual, pois os organismos depositados no MZUSP (6971), identificados como *N. cf. spinuliferus*, não se parecem com o *N. cf. spinuliferus* descrito por Dussart (1985) ou Dussart & Matsumura-Tundisi (1986) (D. Previatelli, com. pessoal). Por fim, esse assunto merece maiores investigações taxonômicas visando a resolução do problema.

Alguns autores tem mencionado que determinadas espécies de Calanoida tem desaparecido. Contudo, tais considerações dever ser feitas de forma cuidadosa. Na maioria das vezes, as espécies apresentam dinâmicas complexas de serem entendidas e, depois de anos ressurgem no ambiente, como é o caso de *O. thomsoni* (presente estudo) e de *A. bergi* (Perbiche-Neves et al., 2011). Sartori (2008) estudou o reservatório de Rosana (rio Paranapanema) e encontrou poucos organismos no gênero *Argyrodiptomus* e menciona a possibilidade dessa espécie ter desaparecido do reservatório. Essa autora também cita outros trabalhos (Sendacz & Kubo, 1982; Sendacz, 1984), os quais apontam para a ocorrência de *A. furcatus* somente em reservatórios oligotróficos, sugerindo o desaparecimento dessas espécies devido à eutrofização. Esses trabalhos amostraram um período sazonal completo, porém não superior a dois anos, e também restrito em termos de bacia hidrográfica. Os resultados obtidos no presente estudo contrariam essas observações, as quais estão detalhadas abaixo.

Devido ao tamanho corporal e facilidade de serem predados por pequenos peixes e outros invertebrados aquáticos, a abundância de organismos do gênero *Argyrodiaptomus* é geralmente baixa, comparado às outras espécies de Calanoida, e durante a contagem, se for quantificado um baixo número de indivíduos, por exemplo, até 200 por amostra, diminuem as chances de encontrar tais organismos. Em ambientes pequenos e com a ausência de predadores, a abundância de *Argyrodiaptomus* pode ser alta (Perbiche-Neves et al. 2011).

Em relação à trofia, *A. furcatus* e *A. azevedoi* ocorreram em reservatórios tanto oligotróficos quanto eutróficos, podendo estar mais limitados pela turbidez mineral do que com o grau trófico (vide capítulos 3 e 4). Conforme citado acima, que *A. furcatus* tende a ocorrer em ambientes oligotróficos, no presente estudo ele foi encontrado somente em ambientes eutróficos. Já *A. azevedoi*, foi encontrado em ambientes dos três tipos de estado tróficos. A ausência de *A. azevedoi* no reservatório de Rosana pode ter sido atribuída aos elevados valores de material em suspensão, os maiores do trecho alto do rio Paraná, em consequência das fortes chuvas que antecederam a coleta, com dominância da fração inorgânica. A carga de sedimentos que entrou no reservatório nessa ocasião, certamente dificultou o desenvolvimento do zooplâncton presente, pois quase nada foi encontrado, ainda mais para organismos grandes e de hábitos filtradores, podendo ter sido a causa momentânea da baixa diversidade representada somente por duas espécies dominantes na bacia. Além do efeito momentâneo negativo na coluna de água, após a sedimentação do material em suspensão, a superfície do sedimento foi coberta e possivelmente ocasionou efeito negativo para a reposição de organismos planctônicos através de ovos depositados. A recolonização nesse caso, após as condições terem se tornado novamente favoráveis, pode ter vindo de lagoas marginais associadas, as quais não sofreram efeitos tão severos com aumento do material em suspensão, ou ainda dos reservatórios à montante, menos afetados por rios tributários pontuais.

A espécie *Notodiaptomus conifer* também foi apontada por Matsumura-Tundisi & Tundisi (2003) como tendo sido substituída por *N. iheringi* em reservatórios de São Paulo. Nogueira et al. (2008) menciona a não ocorrência dessa espécie atualmente no reservatório de Jurumirim, onde ocorria em elevada abundância no início da década de 1990. No presente estudo, ela foi encontrada nos reservatórios de Barra Bonita e Jurumirim. Essa espécie distribui-se desde o nordeste brasileiro até a metade da Argentina e, portanto, é difícil que tenha de fato desaparecido de algumas regiões. Possivelmente, a ocorrência em baixas densidades faz com que sua presença não tenha

sido registrada em estudos ecológicos. Sobre a questão do desaparecimento ou menor ocorrência de *N. conifer*, também devemos verificar se sua identificação é feita de maneira correta. Uma alternativa seria comparar o processo espinhoso no segmento 15 da antênula direita dos machos e, especialmente seu tamanho, sendo uma espécie maior do que *N. iheringi* e outras como *N. henseni*, que poderiam vir a serem confundidas com essa espécie. Para *N. iheringi*, a linha de espínulos presente no primeiro segmento da antênula direita resolveria a dúvida. Para *N. henseni*, a presença dos processos esclerotizados nos basípodos das P5 direita e esquerda soluciona a dúvida, lembrando que em alguns *N. henseni*, foram observados processos espinhosos bem desenvolvidos no segmento 15 da antênula direita, podendo ocasionar uma confusão com *N. conifer* se o pesquisador que está identificando se ater somente à essa característica. Com isso, deve-se procurar sempre usar mais de uma característica diferencial, especialmente em caso de dúvidas, além de levar em consideração a distribuição geográfica conhecida dos organismos.

Todas essas informações apontam para o cuidado que se deve ter para tratar sobre o desaparecimento de espécies, pois a probabilidade da espécie ser encontrada novamente no sistema é alta, após determinado período de tempo. A visão em macro-escala obtida nesse estudo suporta tais afirmações.

Estudos realizados à longo prazo na Europa e Ásia, demonstraram que determinadas espécies passam da condição de dominante à rara em intervalos de mais de 20 anos, continuamente. Polli & Simona (1992) detectaram o desaparecimento completo de calanóides por quase 30 anos em um lago, e depois seu aparecimento com a re-oligotrofização do sistema. Outros estudos registraram o desaparecimento total de algumas espécies, principalmente com hábitos alimentares mais exclusivos. Se analisarmos a sequência histórica de algumas represas e ambientes no Brasil, como planícies de inundação, dos quais já temos diversos anos de amostragem, veremos possivelmente que nos últimos 40 anos, muitas espécies foram encontradas e depois desapareceram em determinados períodos de tempo. Nesses intervalos, as características físicas e químicas da água, bem como as condições climáticas, podem ter exercido forte influência sobre esses organismos. O seu sucesso reprodutivo e de recrutamento efetivo pode ou não ter sido eficiente, implicando distintos tamanhos da população e, conseqüentemente, maior ou menor possibilidade de captura em determinado local e período.

O surgimento de espécies invasoras, como os ciclopoídes *Mesocyclops ogunnus* e *Acanthocyclops robustus* no rio Tietê, o mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei*, cuja larva é planctônica e muito numerosa), além de algumas espécies de peixes, também podem ter ocasionado mudanças nas relações ecológicas das espécies zooplancônicas especialmente, podendo ter favorecido algumas espécies e/ou prejudicado outras. Em alguns casos, o acúmulo de poluentes ao longo dos anos foi nítido e excessivo, por exemplo nos reservatórios de Barra Bonita no rio Tietê e Foz do Areia no rio Iguaçu, e as alterações na composição do zooplâncton podem ser bem mais duradouras. Contudo, mas deve-se evitar generalizações e investigar cada caso separadamente. Estudos realmente detalhados com muitas amostragens espaço-temporais e, principalmente a identificação correta das espécies, são necessários para fornecer uma base confiável de dados.

Straille & Geller (1998) estudaram as mudanças na composição de microcrustáceos entre 1920 e 1995, no Lago Constance, na Alemanha, em período que o lago era oligotrófico, tornou-se eutrófico e foi re-oligotrofizado. Embora a riqueza de espécies encontrada dentro de um lago na zona temperada seja menor do que a encontrada num lago ou reservatório tropical, esse estudo forneceu importantes questões sobre trocas na composição de espécies. Os autores apontaram que a principal mudança ocorreu em apenas uma década, período em que a espécie *Cyclops vicinus*, até então não existente no ambiente, surgiu. Eles relataram vantagens competitivas sobre copepoditos de um calanóide do gênero *Eudiaptomus*, especialmente em elevadas concentrações de alimento e ainda, a predação por parte deste ciclopoíde sobre estágios jovens de outro calanóide predador, do gênero *Hetercope*, levando à extinção completa dessa última espécie no lago. Esses autores ainda apontam que *Hetercope* também desapareceu de outros lagos alpinos a partir de 1950, porém em muitos não foi associado com a presença de *Cyclops vicinus*, pois tampouco este foi encontrado. Por fim, Straille & Geller (1998) mencionam em seus estudos que, ao comparar os diversos anos de amostragem, em determinados períodos foram amostrados diversos pontos em todo o lago, e em outros, apenas um na região central, e destacam que esse fato pode ter sido um importante fator no encontro ou não das diferentes espécies nas amostragens. Com isso, é nítida a complexidade das relações e trocas na composição zooplancônica nos ambientes aquáticos, e complica ainda mais devido ao maior número de espécies presentes (ou esperadas) na região tropical.

Em reservatórios em cascata, ou considerando um mesmo rio com extensão até centenas de quilômetros e que não sofra fortes mudanças climáticas no seu curso, como aquelas devido à altitude, é possível que a composição do zooplâncton seja a mesma ou bastante similar, e que espécies dominantes se distribuam em diversos locais. Já em bacias diferentes, sem conexão e com barreiras geográficas, a distribuição geográfica geral dos organismos, a composição de outras espécies da biota e características limnológicas e morfológicas de cada ambiente podem influenciar de maneira significativa a distribuição e dominância de várias espécies do zooplâncton.

Duas espécies novas foram encontradas no reservatório de Yaciretá, no rio Paraná. Foram observados poucos indivíduos da espécie *Odontodiptomus thomsoni*, que estava sem registros desde sua descrição em 1933, totalizando um intervalo de 77 anos, sendo este um registro histórico. Outras duas espécies possivelmente novas foram encontradas, atualmente em processo de descrição. Uma delas, no reservatório de Emborcação, havia sido identificada erroneamente como *Notodiptomus kieferi*, porém chegou-se a conclusão que é nova; outro possível novo táxon, ainda a ser confirmado, do gênero *Argyrodiptomus* foi amostrado no trecho baixo do rio Paraná.

Melo et al. (2006) apontam que o número de espécies conhecidas no Brasil está relacionado à presença e proximidade dos centros de pesquisas. Esse fato foi verificado através da revisão bibliográfica, pois muitos trabalhos foram encontrados nas regiões sudeste e sul do Brasil, enfocando basicamente os reservatório da bacia do alto rio Paraná, e sua planície de inundação acima de Itaipu. Na Argentina, o mesmo resultado foi observado, com estudos concentrados no trecho médio desse rio, na maior parte em lagoas marginais e trechos lóticos. Dessa maneira, temos regiões com poucos estudos ou mesmo nenhuma informação, as quais necessitam de atenção para análise da fauna dos copépodes.

Ao contrário de Calanoida, para Cyclopoida não foi verificada para a maioria das espécies uma tendência de ocorrência delimitada na bacia do Prata, com exceção de *M. ogunnus*, *T. inversus* e *A. robustus*, já com base em referências bibliográficas.

Para *Acanthocyclops robustus*, os espécimes encontrados foram identificados de acordo com Reid (1985) e Einsle (1996), porém não se têm certeza se são mesmo dessa espécie, pois já foi registrada a presença de *Acanthocyclops vernalis* por alguns autores (para a qual também não se tem certeza), e que juntas eram denominadas anteriormente de *Cyclops americanus* Marsh, 1982. Reid (1985) aponta registros de *A. vernalis* para Bolívia, Peru e possivelmente Argentina, enquanto que Einsle (1996) não menciona sua

ocorrência na América do Sul, e ainda diz que as populações da Europa e da América do Norte não são a mesma espécie, ressaltando a européia como espécie tipo. No Brasil não são muitos trabalhos com o registro de *A. robustus*, em geral eles estão mais concentrados nas regiões sudeste (São Paulo) e sul do país e, por outro lado existe uma série de trabalhos com registros de *A. robustus* na Argentina (Reid, 1985; José de Paggi & Paggi, 2008). Fato curioso é que *A. robustus* ocorre amplamente no sul da bacia, e nos rios Tietê e Iguçu, e não no rio Paranapanema, levando a pensar que possivelmente foi introduzido nesse primeiro rio, pois o segundo já apresenta clima mais temperado, típico do sul da bacia. Para complicar ainda mais a taxonomia desse gênero na América do Sul, há também *Acanthocyclops michaelsoni* na Argentina.

Entre as espécies do gênero *Mesocyclops*, o formato geral do artículo terminal do endópodo da P4, bem como o tamanho dos espinhos apicais, não foram muito úteis para a identificação dessas espécies, pois quase não há diferença. Holynska (2000) destaca o uso do coxopodito da P4, o que tem sido seguido por diversos autores e também nesse trabalho, juntamente ao segmento genital, ornamentações de espínulos e setas no basípodo da A2, e invaginações da membrana hialina do último artículo da A1. Os trabalhos de Ueda & Reid (2003), Gutiérrez-Aguirre & Suárez-Morales (2001) e Gutiérrez-Aguirre et al. (2006) são bastante úteis para a identificação das espécies de Cyclopoida da região Neotropical. Como o gênero *Mesocyclops* é bastante diverso, era de se esperar que algumas espécies não fossem encontradas, como *Mesocyclops paranaensis*, *Mesocyclops annulatus s. lato*, entre outros.

Para o gênero *Thermocyclops*, entre as três espécies encontradas no estudo, *T. decipiens* e *T. minutus* foram amplamente distribuídas por toda a bacia e *T. inversus* esteve mais restrito ao trecho alto da bacia. Algumas espécies desse gênero não foram encontradas, as quais sabe-se que ocorrem na região, por exemplo, *Thermocyclops tenuis*.

A disposição e tamanho dos espinhos apicais da P4 foi uma característica muito útil na identificação das espécies de *Thermocyclops*, com adição de ornamentações no coxopodito e no esclerito intercoxal.

Tropocyclops prasinus meridionalis foi a única espécie encontrada desse gênero, e somente no inverno, resultado diferente do esperado devido a dominância dessa espécie em diversos ambientes na bacia da Prata. Essa espécie é de relativamente fácil distinção, pelo formato do seu corpo e tamanho diminuto, e pode ser separado de *Tropocyclops prasinus prasinus* pela relação de tamanho dos espinhos apicais da P4.

Sobre o uso da proporção de *T. decipiens* e *T. minutus* como bioindicadores, essa proposta se mostrou válida no presente estudo (ver capítulo 4). Entretanto, vale ressaltar que o uso da proporção entre essas espécies é válido, e não simplesmente a presença ou ausência, pois ambas as espécies ocorreram em ambientes de diferentes graus tróficos. *Metacyclops mendocinus* e *A. robustus* também mostraram maior ocorrência em ambientes eutróficos, conforme também está apresentado no capítulo 4.

No gênero *Microcyclops* todas as espécies esperadas foram encontradas, um total de 4. Elas são bem distribuídas em toda a bacia e o trabalho de Rocha (1998) apresenta boas características morfológicas para sua identificação, baseado em ornamentações dorsais e na P1. Entre essas espécies, *M. anceps anceps* e *M. finitimus* foram as mais comuns.

Metacyclops é um dos gêneros de Cyclopoida mais diversos na região Neotropical, e apenas duas espécies foram encontradas. A maioria das espécies desse gênero são de difícil identificação, com exceção das duas observadas no presente trabalho. Diversas espécies são encontradas em ambientes efêmeros, como poças e ambientes úmidos, em contraste com poucas que ocorrem em regiões limnéticas de rios e reservatórios.

Para outros gêneros típicos de ambientes litorâneos encontrados nesse trabalho, associados à macrófitas ou não, um trabalho futuro mais detalhado será realizado, pois amostras entre bancos de macrófitas foram coletadas em toda a bacia. Com esse trabalho, espera-se melhorar as informações taxonômicas e de distribuição geográfica dos gêneros *Macrocyclops*, *Eucyclops*, *Paracyclops*, *Ectocyclops*, *Homocyclops*, *Megacyclops*, entre outros.

Dentro da bacia do Prata, com os resultados obtidos nesse estudo e ao analisar os trabalhos publicados, sugerem-se: 1. Continuar estudando os locais com diversos trabalhos e série histórica de coletas - reservatórios, planícies de inundação e rios; 2. Estudar melhor reservatórios grandes e produtivos para os quais se tem poucas informações e onde podem ser obtidos novos registros de espécies; 3. Realizar estudos em locais pouco explorados e que são um vazio de informações, como os reservatórios, lagoas adjacentes e áreas inundáveis em afluentes do alto rio Paraguai, alto rio Parnaíba, do alto rio Uruguai e no oeste do estado do Rio Grande do Sul, a região dos Esteros de Ibirá (Entre Rios-Corrientes, Argentina); Planalto Atlântico, etc; 4. Detalhar estudos nas regiões de transição das faunas do norte, meio e sul, ou seja, nos rios Iguazu, alto Uruguai e médio Paraná, próximo ao reservatório de Yaciretá; 5. Corrigir os inúmeros problemas taxonômicos gerados e evitar a propagação de erros como sinonímias e falsos

registros, com base também na formação de mais taxonomistas especializados na fauna de copépodes.

Para os seguintes gêneros e espécies listadas abaixo são necessários trabalhos de revisão, pois o status taxonômico é atualmente confuso. Para Cyclopoida: *Acanthocyclops*, *Eucyclops* (gênero todo), *Mesocyclops* (delimitando as ocorrências de *M. meridianus* e *M. brasiliensis* na América do Sul, com muitas amostras em todo o continente e detectando variações polimórficas) e maiores informações sobre o gênero *Metacyclops*. Para Calanoida os problemas são ainda maiores: *Notodiaptomus spiniger* (checar sinonímias, retirar do gênero *Notodiaptomus*); *Notodiaptomus spinuliferus* (re-descrever com o material depositado no MZUSP e comparar com material encontrado em outros locais e identificado como *N. spinuliferus*); comparar *N. amazonicus* da Amazônia com *N. amazonicus* da bacia do rio da Prata; estudar melhor a distribuição de *N. coniferoides*, verificando se corresponde ao holótipo da Amazônia, devido à ampla distribuição pelo continente e alguns autores já terem apontado espécies novas bastante similares.

As referências bibliográficas antigas, intermediárias e recentes, utilizadas nesse estudo, são altamente recomendadas para a identificação de copépodes neotropicais, especialmente na bacia do rio da Prata. Para Diaptomidae, alguns trabalhos recentes foram muito utilizados nesse estudo, principalmente pelos detalhes das descrições e qualidade das ilustrações: Santos-Silva (2000), Paggi (2001, 2006) e Previatelli (2006). Para Cyclopoida, as referências imprescindíveis são: Reid (1985), Rocha (1998), Ueda & Reid (2003), Silva & Matsumura-Tundisi (2005) e Gutiérrez-Aguirre et al. (2006).

A baixa ocorrência de algumas espécies comuns para a bacia, como *N. anisitsi*, *A. falcifer*, *T. prasinus meridionalis*, entre outras, e a ausência de *N. deitersi*, *O. paulistanus*, *S. corderoi*, etc, sugere a forte influência de terem sido realizadas apenas duas coletas, em termos sazonais. Portanto, deve-se tomar muito cuidado ao utilizar termos como “desaparecimento de espécies”, as quais podem ser encontradas quando menos se espera. Com exceção de espécies com distribuição muito restrita, por exemplo, *Argyrodiaptomus neglectus* – ninguém mais o encontrou, é difícil que ocorra o referido desaparecimento de uma espécie.

Finalmente, é importante destacar a importância de técnicas moleculares, altamente recomendadas para ajudar em diversos casos, assim como da microscopia eletrônica de varredura e a confocal a laser.

Agradecimentos

A FAPESP (2008/02015-7; 2009/00014-6) pelo financiamento e ao assessor científico pelas críticas e incentivo; e aos renomados especialistas pelas inúmeras consultas e sugestões: Juan C. Paggi (INALI, Santa Fe, Argentina), Edinaldo Nelson dos Santos Silva (INPA, Manaus, Brasil), Daniel Previattelli (UEMG, Frutal, Brasil), Janet W. Reid (Martinsville, Virginia, USA), Eduardo Suárez Morález (Mexico), Silvina Menu Marque (Argentina), Margarita Frutos (Argentina), William Marco da Silva (UFMS, Corumbá, Brasil).

Referências

- Alekseev, V.R. 2002. Copepoda. In: Fernando, C.H. A guide to tropical freshwater zooplankton: Identification, ecology and impact on fisheries. Backhuys Publishers, London, p. 123-188.
- Boxshall, G.A. & Defaye, D. 2008. Global diversity of Copepods (Crustacea: Copepoda) in freshwater. *Hydrobiologia*, vol. 595, p. 195-207.
- Brandorff, G.O. 1973. Neue freilebende calanoide Copepoden (Crustacea) aus den Amazonasgebiet. *Amazoniana*, vol. 4, p. 205-218.
- Brehm, V.V. 1933b. *Diaptomus thomsoni* nov. spec., ein merkwürdiger neuer *Diaptomus* aus Uruguay. *Zoologischer Anzeiger*, vol. 104, p. 221-224.
- Brehm, V.V. 1938. Nachträgliche Notizen zur Süßwasserfauna von Uruguay. *Zoologischer Anzeiger*, vol. 7.1, p. 26-31.
- Brehm, V. 1957. Sobre los copepodos hallados por el Prof. Birabén en la Argentina. 4a. Comunicación. *Neotropica*, vol. 3, p. 53-64.
- Cicchino, G.; Santos-Silva, E.N. & Robertson, B.A. 2001. A new species of *Notodiaptomus* Kiefer, 1936 (Copepoda, Diaptomidae) from the Amazon and Orinoco River Basins. *Hydrobiologia*, vol. 453/454, p. 539-548.
- Dussart, B.H. 1979. Algunos copépodos de América del Sur. *Publicaciones Ocasionales, Museo Nacional de Historia Natural, Santiago* vol. 30, p. 1-3.
- Dussart, B.H. 1984. Sur Quelques Copépodes d'Amérique du Sud. IV. *Revista Brasileira de Biologia*, vol. 44, no. 3, p. 255-265.
- Dussart, B.H., 1985a. Sur quelques copépodes d'Amérique du Sud, V. Diaptomidae. *Archiv für Hydrobiologie*, vol. 103, p. 201-215.
- Dussart, B.H. & Defaye, D. 2001. Introduction to the Copepoda. 2 edn. Backhuys Publishers, Leiden.
- Dussart, B.H. & Fernando, C.H. 1984. The *Mesocyclops* species problem today. *Syllogeus*, vol. 58, p. 288-293.
- Dussart, B.H. & Frutos, S.M. 1985. Sur quelques Copépodes d'Argentine. *Revista de Hydrobiologia Tropical*, vol. 18, no. 4, p. 305-314.
- Dussart, B.H. & Frutos, S.M. 1986. Sur quelques Copépodes d'Argentine: 2. Copépodes du Paraná Medio. *Revista de Hydrobiologia Tropical*. vol. 19, no. 3-4, p. 241-262.

- Dussart, B.H. & Matsumura-Tundisi, T. 1986. Nouvelles espèces de Calanoïdes du Brésil. *Revista Brasileira de Biologia*, vol. 46, p. 249-255.
- Einsle, U. 1996. Copepoda Cyclopoida: Genera *Cyclops*, *Megacyclops*, *Acanthocyclops*. 81pp. In: H.J.F. Dumont. Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. Backhuys Publishers: The Netherlands.
- Frutos, S.M.; Poi de Neiff, A.S.G. & Neiff, J.J. 2006. Zooplankton of the Paraguay River: a comparison between sections and hydrological phases. *Annales de limnologie-international journal of limnology*, vol. 42, p. 277-288.
- Gutiérrez-Aguirre, M.A. & Suarez-Morales, E. 2001. Distributions and taxonomy of the tropical American *Mesocyclops* G.O. Sars, 1914. *Crustaceana*, vol. 74, p. 477-487.
- Gutiérrez-Aguirre, M.A.; Suárez-Morales, E.; Cervantes-Martínez, A.; Elías-Gutiérrez, M. & Previattelli, D. 2006. The neotropical species of *Mesocyclops* (Copepoda, Cyclopoida): an upgraded identification key and comments on selected taxa. *Journal of Natural History*, vol. 40, no. 9-10, p. 549-570.
- Holynska, M. 2000. Is the spinules pattern on leg 4 coxopodite a tactile signal in the specific mate recognition system of *Mesocyclops* (Copepoda, Cyclopoidae). *Hydrobiologia*, vol. 417, p. 11-24.
- José de Paggi, S.B. & Paggi, J.C. 2008. Hydrological Connectivity as a Shaping Force in the Zooplankton Community of Two Lakes in the Paraná River Floodplain. *Internat. Revista de Hydrobiologia* vol. 93, p. 659-678.
- Karaytug, S. 1999. Genera *Paracyclops*, *Ochridacyclops* and key to the Eucyclopinæ. 217pp. In: H.J.F. Dumont. Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. Backhuys Publishers: The Netherlands.
- Kiefer, F. 1926. Beiträge zur Copepodenkunde (IV). *Zoologischer Anzeiger*, vol. 69, p. 21-26.
- Kiefer, V.F. 1933. Süßwassercopepoden aus Brasilien. *Zoologischer Anzeiger*, vol. 105, p. 38-43.
- Kiefer, V.F. 1936. Über die Systematik der südamerikanischen Diaptomiden (Crustacea Copepoda). *Zoologischer Anzeiger*, vol. 116, no. 7/8, p. 194-200.
- Kiefer, V.V. 1972. Zur Kenntnis von morphologie und Systematik einiger Arten der Gattung *Diaptomus* (s. restr.) (Crustacea, Copepoda). *Zoologica Scripta*, vol. 1, no. 5, p. 229-240.
- Landa, G.G.; Barbosa, F.A.R.; Rietzler, A.C. & Barbosa, P.M. 2007. *Thermocyclops decipiens* (Kiefer, 1929) (Copepoda, Cyclopoida) as Indicator of Water Quality in

- the State of Minas Gerais, Brazil. *Brazilian Journal of Biology and Technology*, vol. 50, no. 4, p. 695-705.
- Lansac-Tôha, F.A.; Bonecker, C.C. & Velho, L.F.M. 2005. Estrutura da Comunidade Zooplancônica em Reservatórios. In: Rodrigues, L.; Thomaz, S.M.; Agostinho, A.A. & Gomes, L.C. (eds.). *Biocenoses em Reservatórios: Padrões Espaciais e Temporais*. São Carlos: Rima, p. 115-127.
- Lansac-Tôha, F.A.; Velho, L.F.M.; Higuti, J. & Takahashi, E.M. 2002. Cyclopidae (Crustacea, Copepoda) from the upper Paraná River floodplain, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 62 no.1, p. 125-133.
- Matsumura-Tundisi, T. 1986. Latitudinal Distribution of Calanoida Copepods in Freshwater aquatic Systems of Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, vol. 46, no. 3, p. 527-553.
- Matsumura-Tundisi, T. 2008. Rectification of description of *Notodiaptomus spinuliferus* Dussart and Matsumura-Tundisi, 1986. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 68, no. 3, p. 683-684.
- Matsumura-Tundisi, T.; Espindola, E.L.G.; Tundisi, J.G.; Souza-Soares, F. & Degani, R.M. 2010. A new species of *Notodiaptomus* Kiefer (Crustacea, Copepoda, Calanoida, Diaptomidae) from Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 70, no. 3, p. 867-870.
- Matsumura-Tundisi, T. & Tundisi, J.G. 2003. Calanoida (Copepoda) species composition changes in the reservoirs of São Paulo State (Brazil) in the last twenty years. *Hydrobiologia*, vol. 504, p. 215-222.
- Melo, A.S., Bini, L.M. & Carvalho, P. 2006. Brazilian articles in international journals on Limnology. *Scientometrics*, vol. 67, no. 2, p. 187-199.
- Nogueira, M.G. 2001. Zooplankton composition, dominance and abundance as indicators of environmental compartmentalization in Jurumirim Reservoir (Paranapanema River), São Paulo, Brazil. *Hydrobiologia*, vol. 455, p. 1-18.
- Nogueira, M.G.; Reis Oliveira, P.C. & Britto, Y.T. 2008. Zooplankton assemblages (Copepoda and Cladocera) in a cascade of reservoirs of a large tropical river (SE Brazil). *Limnetica*, vol 27, no.1, p. 151-170.
- Paggi, J.C., 1976. *Diaptomus susanae*: nueva especie de Diaptomidae hallada en la provincia de Entre Ríos, Republica Argentina. *Physis*, Buenos Aires, vol. 35, no. 91, p. 85-92.

- Paggi, J.C. 2001. Clarification of the taxonomic status of *Notodiaptomus anisitsi* (Daday, 1905) and related species, with description of a new species from Argentina (Crustacea: Copepoda: Diaptomidae). *Hydrobiologia*, vol. 453/454, p. 549-564.
- Paggi, J.C. 2006. Redescription and re-evaluation of the taxonomic status of the Neotropical copepod *Diaptomus falcifer* Daday, 1905 (Calanoida: Diaptomidae). *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, vol. 41, no. 1, p. 67-78.
- Paggi, J.C. 2011. A new species of the rare genus *Idiodiaptomus* Kiefer, 1936 (Copepoda, Calanoida, Diaptomidae) from northeastern Argentina. *Crustaceana Monographs*, vol. 16, p. 1570-7024.
- Paggi, J.C., José de Paggi S. 1990. Zooplankton de ambientes lóticos e lânticas do rio Paraná médio. *Acta Limnologica Brasiliensia*, vol. 3, p. 685-719.
- Perbiche-Neves, G.; Previattelli, G & Nogueira, M.G. 2011. Record of *Argyrodiaptomus bergi* (Crustacea: Copepoda: Calanoida) after 36 years and first record in Brazil. *Zoologia*, *in press*.
- Polli, B. & Simona, M. 1992. Qualitative and quantitative aspects of the evolution of the planktonic populations in Lake Lugano. *Aquatic Science*, vol. 54, p. 303-320.
- Previattelli, D. 2006. Sistemática do gênero *Argyrodiaptomus* Brehm, 1933 (Crustacea, Copepoda, Diaptomidae). Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Amazonas – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Manaus, AM. 181p.
- Previattelli, D. 2010. Phylogeny and biogeography of the neotropical Diaptominae. PhD Thesis, Federal University of Amazonas – INPA, Manaus, AM, Brazil, 238p.
- Previattelli, D. & Santos-Silva, E.N. 2007. A new *Argyrodiaptomus* (Copepoda: Calanoida: Diaptomidae) from the southwestern Brazilian Amazon. *Zootaxa*, vol. 1518, p. 1-29.
- Reid, J.W. 1985. Chave de identificação para as espécies continentais sulamericanas de vida livre da ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda). *Boletim de Zoologia*, Universidade de São Paulo, vol. 9, p. 17-143.
- Reid, J.W. 1986. A redescription of *Microcyclops ceibaensis* (Marsh, 1919) (Copepoda: Cyclopoida) from marsh's specimens in the National Museum of Natural History. *Proceedings of Biological Society of Washington*, vol. 99, no.1, p. 71-78.
- Reid, J.W. 1987. Scolodiaptomus, a new genus proposed for *Diaptomus* (*sensu lato*) *corderoi* Wright, and description of *Notodiaptomus brandorffi*, new species

- (Copepoda: Calanoida), from Brazil. *Journal of Crustacean Biology*, vol. 72, p. 64-379.
- Reid, J.W. 1989. The distribution of species of the genus *Thermocyclops* (Copepoda, Cyclopoida) in the western hemisphere, with description of *T. parvus*, new species. *Hydrobiologia*, vol. 175, p. 149-174.
- Reid, J.W. 1993. The Harpacticoid and cyclopoid copepod fauna in the cerrado region of central Brazil. 1. Species composition, habitats, and zoogeography. *Acta Limnologica Brasiliensia*, vol. 6, p. 56-68.
- Reid, J.W. 1996. *Odontodiptomus thomsoni*. In: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 15 November 2010.
- Reid, J.W.; Pinto-Coelho, R.M. & Giani, A. 1988. Uma apreciação da fauna de copépodos (Crustacea) da região de Belo Horizonte, com comentários sobre espécies de Minas Gerais. *Acta Limnologica Brasiliensia*, vol. 2, p. 527- 547.
- Ringuelet, R.A. 1958. Primeros datos ecológicos sobre copépodos dulciacuícolas de la República Argentina. *Physis*, Buenos Aires, vol. 21, no. 60, p. 14-31
- Ringuelet, R.A. & Martínez de Ferrato, A. 1967. Notas sobre diaptómidos argentinos (Crustacea, Copepoda). *Physis*, Buenos Aires, vol. 26, no. 73, p. 411-420.
- Rocha, C.E.F. 1998. New morphological characters useful for the taxonomy of genus *Microcyclops* (Copepoda, Cyclopoida). *Journal of Marine Systems*, vol. 15, p. 425-431.
- Rocha, C.E.F. & Botelho, M.J.C. 1998. Maxillopoda-Copepoda Cyclopoida. In: P. S. Young (ed.), *Catalogue of crustacea of Brazil*. Museu Nacional, Rio de Janeiro (Série Livros nº 6).
- Santos-Silva, E.N. 2000. Revisão das espécies do “complexo nordestinus” (Wright, 1935) de *Notodiptomus* Kiefer, 1936 (Copepoda: Calanoida: Diaptomidae). Tese de Doutorado. São Paulo: Universidade de São Paulo/Instituto de Biociências, 196p.
- Santos-Silva, E.N. 2008. Calanoid of the families Diaptomidae, Pseudodiaptomidae, and Centropagidae from Brasil. *Biologia Geral e Experimental*, vol. 8, no. 1, p. 3-67.
- Santos-Silva, E.N.; Boxshall, G.A. & Rocha, C.E.F. 1999. The neotropical genus *Notodiptomus* Kiefer, 1936 (Calanoida: Diaptomidae): redescription of the type

- species *Notodiaptomus deitersi* (Poppe, 1891) and designation of a neotype. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, vol. 34, p. 114-128.
- Santos-Silva, E.N.; Robertson, B.A.; Reid, J.W. & Hardy, E.R. 1989. Atlas de copépodos planctônicos, Calanoida e Cyclopoida (Crustacea), da Amazônia Brasileira. I. Represa de Curuá-Una, Pará. *Revista Brasileira de Zoologia*, vol 6, p. 725-758.
- Sartori, L.P. 2008. Compartimentalização longitudinal do reservatório de Rosana (Rio Paranapanema, SP/PR) – variáveis limnológicas e assembléias zooplânctônicas. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, Brasil. 273p.
- Sendacz, S. 1984. A study of the zooplankton community of Billings Reservoir - São Paulo. *Hydrobiologia*, p. 113, p. 121-127.
- Sendacz, S. & Kubo, E. 1982. Copepoda (Calanoida e Cyclopoida) de reservatórios do Estado de São Paulo. *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo*, vol. 9, p. 51-89.
- Silva, W.M. 2003. Diversidade dos Cyclopoida (Copepoda, Crustacea) de água doce do Estado de São Paulo: taxonomia, ecologia e genética. Tese de doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 170p.
- Silva, W.M. 2008. Diversity and distribution of the free-living freshwater Cyclopoida (Copepoda:Crustacea) in the Neotropics. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 68, no. 4, p. 1099-1106.
- Silva, W.M. 2011. Potential use of Cyclopoida (Crustacea, Copepoda) as trophic state indicators in tropical reservoirs. *Oecologia Australis*, vol. 15, no. 3, p. 511-521.
- Silva, W.M. & Matsumura-Tundisi, T. 2005. Taxonomy, ecology, and geographical distribution of the species of the genus *Thermocyclops* Kiefer, 1927 (Copepoda, Cyclopoida) in São Paulo State, Brazil, with description of a new species. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 65, no. 3, p. 521-31.
- Straile, D. & Geller, W. 1998. Crustacean zooplankton in Lake Constance from 1920 to 1995: Response to eutrophication and re-oligotrophication. *Advances in Limnology*, vol. 53, p. 225-274.
- Suárez-Morales E. & Gutiérrez-Aguirre, M.A. 2001. Morfología y taxonomía de los *Mesocyclops* (Crustacea, Copepoda, Cyclopoida) de México. CONACYT/ECOSUR, México. 202 p.
- Tundisi, J.G. & Matsumura-Tundisi, T. 1994. Plankton diversity in a warm monomictic lake (Dom Helvécio, Minas Gerais) and a polymictic reservoir (Barra Bonita): A

- comparative analysis of the intermediate disturbance hypothesis. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, vol. 6 (suplemento) 1, parte I, p. 15-28.
- Ueda, H. & Reid, J.W. 2003. Copepoda: Cyclopoida – Genera *Mesocyclops* and *Thermocyclops*. In: H.J.F. Dumont. Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. Backhuys Publishers: The Netherlands.
- Wright, S. 1927. A revision of the South American species of *Diaptomus*. *Transactions of the American Microscopical Society*, vol, 46, no. 2, p. 73-121.
- Wright, S. 1935. Three new species of *Diaptomus* from Northeast Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, vol. 7, p. 213-233 + pls. 1-4.
- Wright, S. 1936. Preliminary reports on six new species of *Diaptomus* from Brazil. *Anaes da Academeia Brasileira de Sciencias*, vol. 000/25, p. 79:86.
- Wright, S. 1938. A review of the *Diaptomus bergi* group, with descriptions of two new species.. *Transactions of the American Microscopical Society*, vol. 57, p. 297-315.
- Wright, S. 1939. Algunas especies del género “*Diaptomus*” hallados en la República Argentina. *Physis*, vol. 17, p. 645-649.

Capítulo 2

Rediscovered after 77 years: *Odontodiptomus thomseni* (Brehm, 1933) - a rare species of calanoid (Crustacea: Copepoda) from South America

Gilmar Perbiche-Neves¹; Geoff A. Boxshall²; Carlos E. F. da Rocha³ & Marcos Gomes Nogueira¹

1. Instituto de Biociências, UNESP – Univ Estadual Paulista, Rubião Junior s/n, CEP 18618-000, Botucatu, São Paulo, Brazil. Email: gilmarpneves@yahoo.com.br Telephone: +55 14 38116268
2. The Natural History Museum – NHM, Department of Zoology, Cromwell Road London SW7 5BD, United Kingdom.
3. Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, Departamento de Zoologia, São Paulo, São Paulo, Brazil.

Abstract

The freshwater copepod *Odontodiaptomus thomsoni* (Calanoida: Diaptomidae) is a rare species which has been reported only once – in its original description (Brehm, 1933). The lack of subsequent records led to this species being included in the Red List of threatened species (IUCN). Here we present a new record of this species. It was discovered in Salto Grande reservoir, which is located in the lower stretches of the Uruguay River, between Uruguay and Argentina, in the River Plate basin. In January 2010 three specimens (two males and one female) were found and these have been studied in detail using scanning electron microscopy (SEM). This remains a rare species and we recommend keeping it on the IUCN Red List.

Key-words: Copepod, rare, Red List, taxonomy.

Introduction

The freshwater calanoid copepod fauna of the neotropical region is highly speciose (Boxshall & Defaye, 2008; Santos-Silva, 2008). Currently there are 18 genera and 82 valid species belonging to the family Diaptomidae reported from the Neotropics (Boxshall & Halsey, 2004), most of which are endemic to the continent of South America and exhibit geographical distributions that are typically restricted by hydrographic basins and latitudinal ranges.

The genus *Odontodiaptomus* was established by Kiefer (1936) and it currently consists of only three species: the type species *Odontodiaptomus thomseni* (Brehm 1933), *Odontodiaptomus michaelsoni* (Mrázek, 1901) and *Odontodiaptomus paulistanus* (Wright, 1936). *Odontodiaptomus paulistanus* has been recorded many times and appears to be widely distributed across the eastern region of São Paulo State in Brazil, with its western limit in the floodplain of Paraná River, Paraná State (Lansac-Tôha et al., 2009), southern limit at the Segredo Reservoir on the Iguaçú River (Lopes et al., 1997), and northern limit at the city of Juiz de Fora in Minas Gerais State (Wright, 1936, 1937). *Odontodiaptomus michaelsoni* has been recorded from across Uruguay and Argentina in areas that are close to the mouth of the River Plate, around the confluence of Paraná and Uruguay rivers. In contrast, the only valid record for *O. thomseni* is that of its original description by Brehm (1933) from Uruguay. Reid (1996) included this species in the Red List of threatened species (IUCN - Red List of Threatened Species, 2010) due to the lack of recent records and lack of data.

The rediscovery of the species after 77 years is documented here and a redescription, including a detailed taxonomic diagnosis and new images using scanning electron microscopy (SEM) are presented.

Material & Methods

Material was collected on 28 February 2010 from two sites in Salto Grande reservoir, located on the border of Uruguay (Salto Province) and Argentina (Entre Rios Province). The sampling sites (Fig. 1) are adjacent to the dam (31°15'31.41"S 57°55'33.66"W) and upstream from the dam (30°46'27.52"S 57°47'55.53"W).

Limnological variables were measured during sampling (Table 1). Plankton samples were collected by vertical hauls using a conical plankton net of 68µm mesh size, equipped with an anti-refluxing device. The samples were preserved using Karnovski's solution (glutaraldehyde 2.5%, paraformaldehyde 20%).

Table 1. Mean values of limnological variables obtained during sampling at both sites (Codes: Up=upstream; D=dam zone).

Variables	Up	D	Variables	Up	D
Depth (m)	10	19	Total Suspended Solids (mg.L ⁻¹)	16.6	11.9
Water temperature (°C)	28.9	28.8	Organic Suspended Solids (mg.L ⁻¹)	3.0	2.4
Dissolved Oxygen (mg.L ⁻¹)	6.32	8.19	Inorganic Suspended Solids (mg.L ⁻¹)	13.6	9.4
pH	6.9	7.3	Total Nitrogen (mg.L ⁻¹)	611.3	651.8
Electrical Conductivity (µS.cm ⁻¹)	39.3	40.5	Total Phosphorus (µg.L ⁻¹)	36.0	43.3
Transparency (m)	0.5	0.5	Chlorophyll-a (mg.L ⁻¹)	4.6	4.3
Turbidity (NTU)	35.6	36.4			

The copepods were sorted and identified under a stereo-microscope and three individuals of *Odontodiaptomus thomsoni* were found, two males and one female. One female and one male were used for SEM, the remaining male is retained in the collection of the first author.

Preparation of specimens for SEM investigation followed the protocols of Felgenhauer (1987) and Huys & Boxshall (1991). The material was washed in 0.1M phosphate buffer solution at pH 7.3 (3 changes, 5 minutes each), then preserved in Osmium tetroxide (0.5% in water) for 20 minutes. The material was dehydrated through graded ethanol as follows: 7.5%, 15%, 30% and 50% (2 changes in each concentration, 5 minutes); after 70% (3 changes, 10 minutes); and to 90% and 100% (2 changes in each concentration, 5 minutes). Then the material was stored in permeable plastic capsules and critical-point-dried in a BALZERD UNION - CTD-020, using Carbon dioxide as the exchange medium). Finally the copepods were mounted on stubs. At this point some limbs were dissected off the female using fine insect pins to provide the best view of particular limbs; the male was kept intact. The material was sputter-coated with 15 nm of gold (BALZERS UNION - MED-10) and analyzed using a Quanta 200 FEI scanning electronic microscope

The taxonomic diagnosis presented here supplements and updates that of Brehm (1933), using SEM images as well as light microscope observations. Morphological terminology follows Santos-Silva et al. (1999) and Paggi (2006).

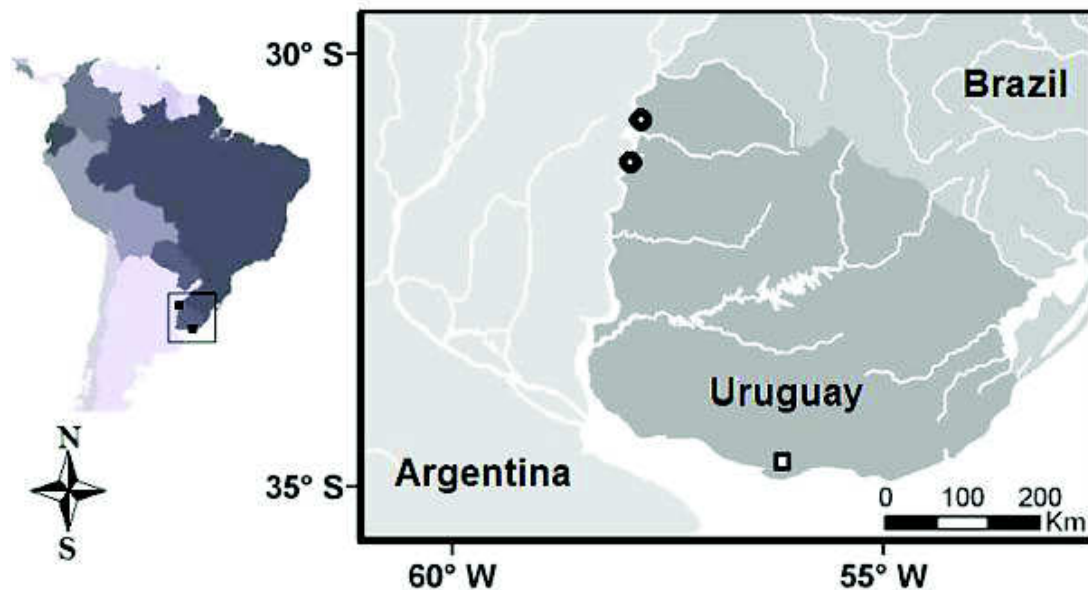


Figure 1. Records of *O. thomseni*. The square shows the record of Brehm (1933) and the circles mark the present new records from Salto Grande Reservoir.

Results

All observations were compared with a second species of the genus, *O. paulistanus* using material collected by Carlos EF da Rocha in the Ecological Station of Boracéia, São Paulo State, Brazil.

Odontodiaptomus thomseni (Brehm, 1933)

“*Diaptomus*” *thomseni* Brehm, 1933, p. 221, f. 1-4; Wright, 1937, p. 83, plate 1, f. 8, plate 2, f. 1.

Diagnosis

Male: Prosome with patches of setules on dorsal surface (Figure 2B); with sclerotized tooth-like process present on left caudal ramus, and other similar processes on surface of caudal ramus and urosome (Figure 2C, D); two vestigial setae present on segment 2 of right geniculate antennule; well developed modified setae present on segments 10, 11 and 13 of right antennule (Figure 2I); hyaline lamella on segment 20 of right antennule; endopod of right leg 5 well developed, 2-segmented (Figure 2F, G); lateral spine of second exopod segment of right leg 5 positioned basally on segment and reaching beyond middle of segment (Figure 2F); terminal claw longer than segment (Figure 2F).

Female: Patches of setules present on dorsal surface of prosome; posterolateral wings of prosome strongly asymmetrical (Figure 5I); left lateral wing of genital double-somite with tapering process bearing spine at apex (Figure 5I); second urosomite with wing-like expansion on right side (Figure 5I); sclerotized tooth-like process on left side of third urosomite (Figure 5J); endopod of leg 5 well developed (Figure 6B).

Redescription

Male

Prosome (Figure 2A): Body length 989 μ m, mean width 252 μ m. Posterolateral corners of prosome not produced into wing-like expansions; suture between pedigerous somites 4 and 5 complete; groups of long, fine spinules present on dorsal and lateral surfaces of pedigerous somites 3 to 5 (Figure 2B).

Urosome: 5-segmented; genital somite symmetrical.

Caudal rami: Semicircular sclerotized processes present on inner distal margin of left caudal ramus; also with some other sclerotized processes on dorsal, ventral and lateral surfaces of left caudal ramus (Figure 2C, D). Inner margins of rami with setule rows.

Right antennule (Figure 2E, I): 22-segmented, geniculate, and swollen in mid section; numbers of setae (s), conical setae (cs), long setae (Ls), modified setae (ms), vestigial setae (vs), aesthetascs (ae) and spiny processes (p) on each segment as follows: (1) 1s + 1ae, (2) 2vs + 3s + 1ae, (3) 1vs + 1Ls + 1ae, (4) 1s, (5) 1Ls + 1vs + 1ae, (6) 1s, (7) 1Ls + 1ae, (8) 1s + 1cs, (9) 1s + 1Ls, (10) 1ms + 1s, (11) 1ms + 1s, (12) 1s + 1ae, (13) 1ms + 1s + 1ae, (14) 1s + 1Ls + 1p + 1ae, (15) 1ms + 1Ls + 1p + 1ae, (16) 1ms + 1Ls + 1p + 1ae, (17) 1s + 2ms, (18) 2ms + 1s, (19) 3ms + 1Ls + 1ae, (20) 2s + 2Ls + 1p, (21) 2Ls, (22) 4s + 1ae. Second segment with groove indicating compound origin. Spinous processes on segments 10 and 11 well developed, but smaller than that on segment 13. Segment 14 without spinous process; segments 15 and 16 each with medium-size spine. Modified setae on segments 15 and 16 rhomboidal. Segment 20 with well developed denticulate hyaline membrane, denticles tiny proximally becoming more tooth-like distally.

Left antennule: 25-segmented, number of setae (s), conical setae (cs), long setae (Ls), vestigial setae (vs) and aesthetascs (ae) on each segment as follows: (segment 1) 1s + 1ae, (2) 3s + 1ae + 1vs, (3) 1Ls + 1ae + 1vs, (4) 1s, (5) 1Ls + 1ae + 1sv, (6) 1s + 1vs, (7) 1Ls + 1ae, (8) 1s + 1cs, (9) 1s + 1Ls + 1ae, (10) -, (11) 1Ls, (12) 1s + 1cs + 1ae,

(13) 1s, (14) 1Ls + 1ae, (15) 1Ls, (16) 1Ls + 1ae, (17) 1s, (18) 1Ls, (19) 1s + 1ae, (20) 1s, (21) 1Ls, (22) 1s + 1Ls, (23) 1Ls + 1ae, (24) 2Ls, (25) 1s + 3Ls + 1ae.

Antenna: Biramous, coxa with one seta, basis with two setae. Endopod 2-segmented: first segment with two setae in mid part; ornamented with row of spinules (between 4-5) distally and pore near row; compound distal segment with 15 setae, inner group of 8 setae plus distal group of 7 setae; row of 8-10 spinules present near distal margin. Exopod 7-segmented, setal formula: 1, 3, 1, 1, 1, 1, 4; segment 2 partially subdivided by suture on one side.

Mandible: coxal gnathobase with conspicuous lobule on caudal margin; cutting surface with sharp, triangular subcaudal teeth, 6 multicusped teeth and seta located dorsally. Basis of palp with 4 setae; endopod 2-segmented with 4 and 9 setae; exopod 4-segmented with 1, 1, 1, 3 setae.

Maxillule: Coxal epipodite with 9 setae; and coxal endite with 4 distal setae. Proximal basal endite well defined, bearing 4 setae; distal endite incorporated into basis, with 4 setae and row of marginal spinules. Endopod 1-segmented bilobate, proximal lobe with 3 setae; distal lobe with 5 setae. Exopod 1-segmented with 5 distal setae.

Maxilla: Proximal precoxal endite with 5 setae and spine; distal precoxal endite and both coxal endites with 3 setae each; allobasis with 3 setae; free endopod with 5 setae.

Maxilliped: syncoxal endites with 1, 2, 3, 3 setae; distalmost endite forming rounded lobe with row of short spinules; basis with 3 setae and ornamented with pore and double row of setules distally; endopod 6-segmented, with 2, 3, 2, 2, 2, 4 setae.

Swimming legs (Figure 3A, B): Exopods 3-segmented; endopods 3-segmented in legs 2-4 and 2-segmented in leg 1; Schmeil's organ present on second endopod segment of leg 2; endopods of legs 1-4 with row of 4-8 spinules along distal margin; exopods of legs 1 to 4 with 3-5 denticles distally; row of setules present on basis of leg 1. Spine and seta formula of swimming legs as follows (Table 2):

Table 2. Setal and spine formula of swimming legs of *O. thomseni* (spine = Roman number; seta = Arabic number).

	Coxa	Basis	Exopod	Endopod
Leg 1	0-1	0-0	I-1; 0-1; I, I, 4	0-1; 1, 2, 3
Leg 2	0-1	0-0	I-1; I-1; I, 1, 5	0-1; 0-2; 2,2,3
Leg 3	0-1	0-0	I-1; I-1; I, I, 5	0-1; 0-2; 2,2,3
Leg 4	0-1	1-0	I-1; I-1; I, I, 5	0-1; 0-2; 2,2,3

Right leg 5 (Figure 2F, G, H; Figure 3C; Figure 4A): Coxa with small rounded process carrying apical spine located mid-distally on anterior surface (Figure 4A). Basis *ca.* 1.3 longer than wide, with rounded process on inner margin and seta on outer margin (Figure 4A). Endopod 2-segmented, length about 2/3 length of lateral spine on second exopod segment; ornamented with fringe of spinules around apex (Figure 2F, G; Figure 3C; Figure 4A). Exopod 3-segmented; with large circular projection larger than segment itself, located distally on mid-posterior surface of first segment (Figure 4A). [This projection damaged in specimen viewed under SEM Figure 3C, visible in Figure 4A only, as rounded process]. Second segment of exopod *ca.* 2.2 longer than wide (Figure 2F; Figure 4A); lateral spine inserted near base of segment, lateral spine more than half as long as segment (Figure 2F; Figure 3C; Figure 4A). Terminal claw incorporating third exopodal segment, 1.5 times longer than second segment, row of denticles ventrally, larger near base but decreasing in size distally (Figure 2F, H; Figure 4A).

Left leg 5 (Figure 4A): Coxa about as long as wide, with conspicuous sclerotized process on outer distal margin. Basis *ca.* 1.3 longer than wide with seta inserted midway along outer margin, seta about as long as width of segment. Exopod 2-segmented; first segment with curved outer margin, inner margin with rounded process ornamented with setules; second segment ending in digitiform process; inner margin curved; carrying stout spine. Endopod 1-segmented, about half as long as endopod of right leg; ending in row of spinules on distal margin.

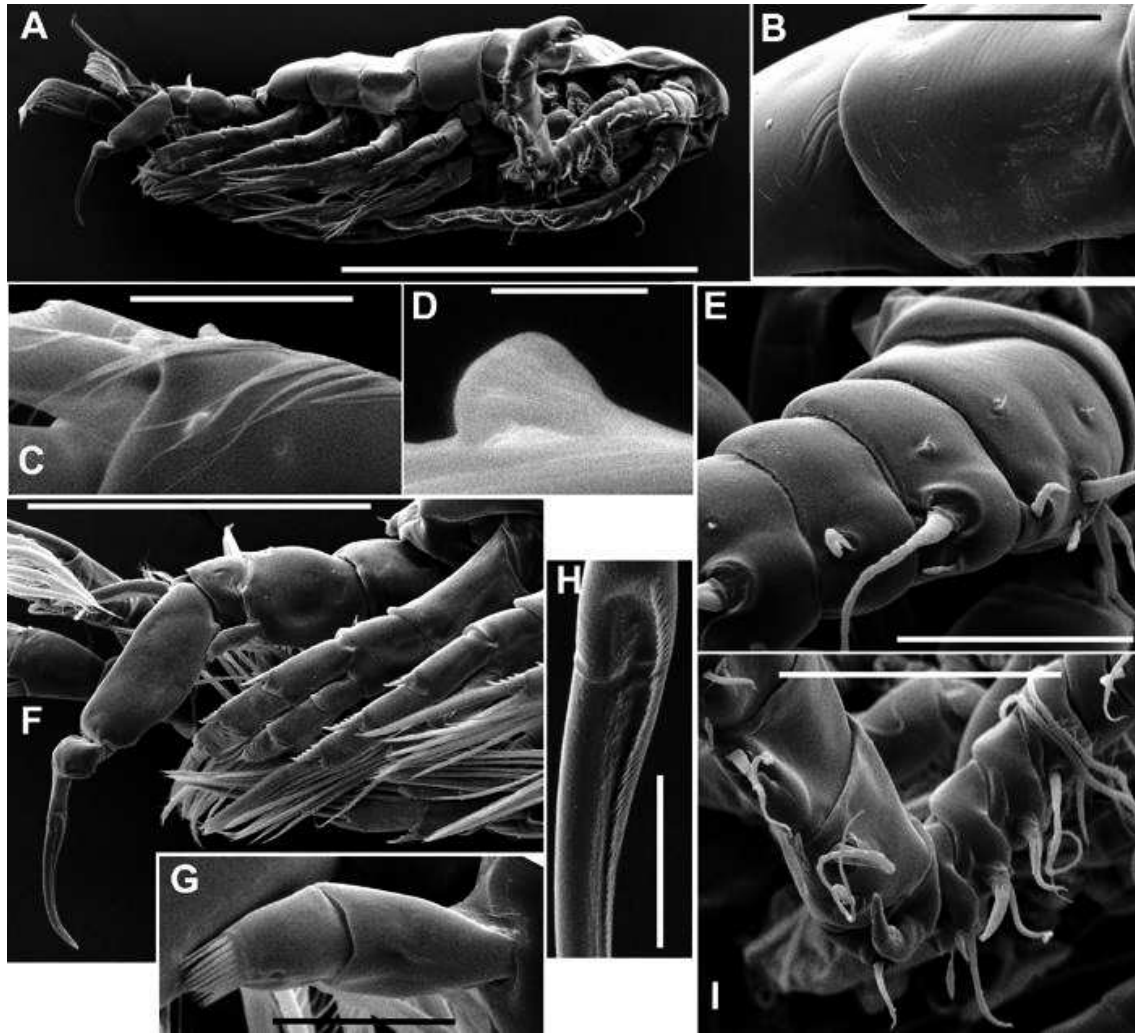


Figure 2. *Odontodiptomus thomseni* male **A.** Habitus, ventro-lateral (500 μ m). **B.** Detail of fourth and fifth pedigerous somites, lateral view showing surface ornamentation of long setules (50 μ m). **C.** Rounded process on right caudal ramus (20 μ m). **D** Detail of process on caudal ramus(2 μ m). **E.** Segments 1 to 6 of right antennule, showing vestigial setae (arrowed) (50 μ m). **F.** Right leg 5, leg 4 and exopod of leg 3 (200 μ m). **G.** Endopod of right leg 5 (20 μ m) **H.** Proximal ornamentation on terminal claw of right leg 5, ventral view (20 μ m) **I.** Segments 8- to 16 segments of right antennule, showing details of spinous processes. (100 μ m).

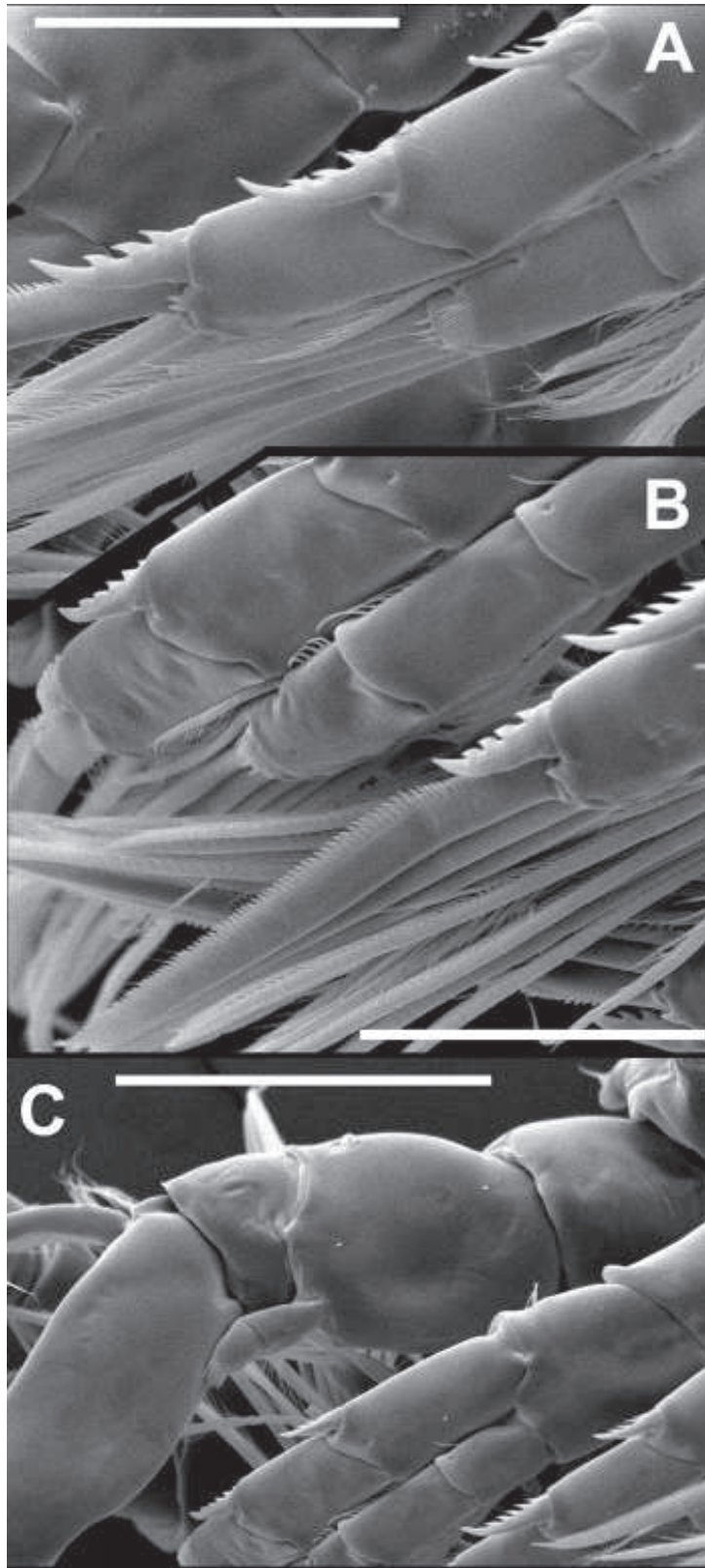


Figure 3. *Odontodiptomus thomseni* male **A.** Exopod and endopod of leg 2, showing details of spinule row on distal segments of both rami, frontal view (50 μ m). **B.** Exopod and endopod of leg 4, showing pores and spinule row on distal segment of endopod, frontal view (50 μ m). **C.** Right leg 5, with arrow pointing to scare marking base of missing circular process – broken off during preparation of specimen (cf. Figure 4A) (100 μ m).

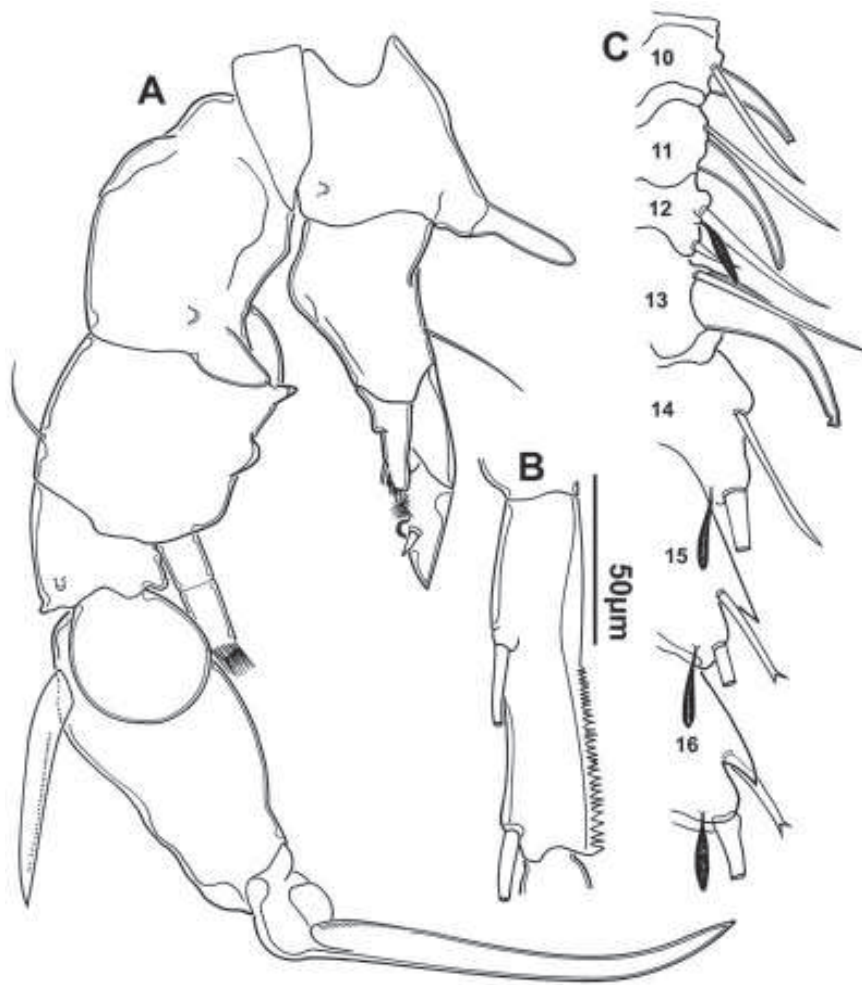


Figure 4. *Odontodiaptomus thomseni* ♂. A. Right and left fifth legs, frontal view. B. Segment 20 of right antennule. C. Segments 10-16 of right antennule.

Female

Prosome: Body length: 1.662µm, maximum width: 283 µm. Slightly asymmetrical rostrum, with paired rostral filaments but right filament wider in mid section (Figure 5A). Suture between fourth and fifth pedigerous somites incomplete; groups of long, fine spinules present on dorsal and lateral surfaces of pedigerous somites 3 to 5. Fifth pedigerous somite with well developed posterolateral wings (Figure 5I); wings asymmetrical, right larger than left and terminating in sharp spinous process, with two chitinous protuberances.

Urosome: Genital double-somite asymmetrical, *ca.* 2 broader than longer; with well-developed spinous process on left side, at tip of expansion (Figure 5I); right side with large curved expansion on outer margin; genital operculum with crescentic

proximal plate, broader than distal plate (Figure 5G); second urosomite as wide as long (Figure 5I), with rounded chitinous process on margin of left side, plus other smaller processes on dorsal and ventral surfaces of segment (Figure 5J).

Caudal rami: Symmetrical, 1.5 times longer than wide, ornamented with setules along inner and outer margins of both caudal rami; caudal setae thick.

Antennula: Antennules reaching end of caudal rami. Setal formula as for left antennule of male (Figure 5D, E, F, K).

Antenna (Figure 5B, C), **Mandible**, **Maxillule**, **Maxilla**, **Maxillipede**, **swimming legs** (Figure 5H): similar to male.

Leg 5: Leg 5 symmetrical (Figure 6); coxa with process at outer distal corner bearing triangular sensilla at tip; basis with curved outer margin, and bearing long seta extending to tip of first exopod segment. Endopod 2-segmented (Figure 6B); first segment larger than second, almost 2.5 times longer than wide; second segment with two setae plus row of spinules at tip (Figure 6D). Exopod 3-segmented; first segment larger than second; second segment with lateral spine and with inner margin produced to form terminal claw ornamented with lateral rows of denticles along each side (Figure 6C); third segment small, offset and with two terminal setae, lateral smaller.

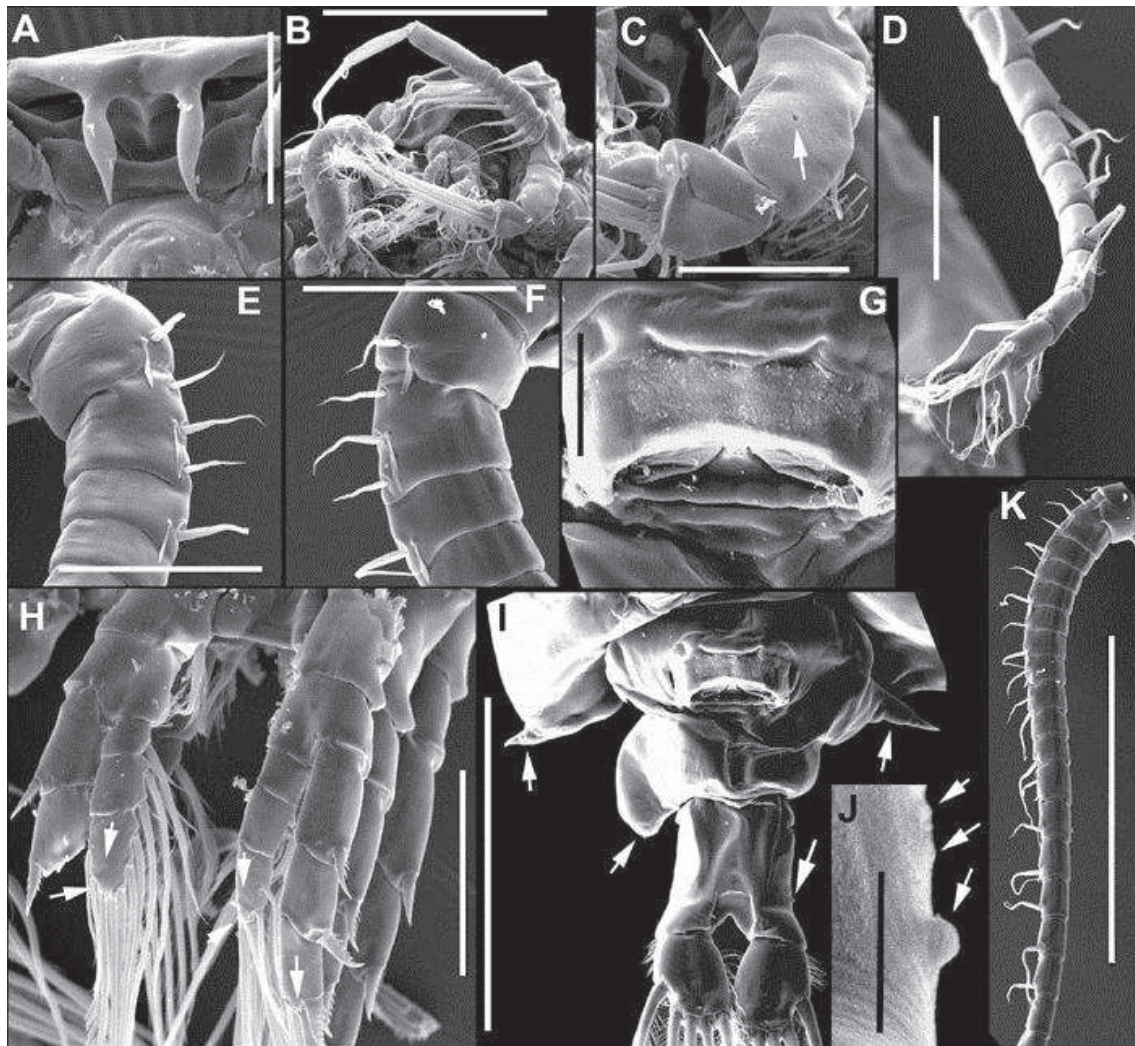


Figure 5. *Odontodiptomus thomseni* ♀. **A.** Rostrum (50µm). **B.** Antenna and buccal apparatus (200µm). **C.** Detail of spinule row on endopod of antenna (50µm). **D.** Segments 17-25 of right antennule (100µm). **E.** Segments 1-4 of left antennule (100µm). **F.** Segments 1 to 4 of right antennule (100µm). **G.** Genital operculum (50µm). **H.** Frontal view of leg 2 (100µm). **I.** Last prosomal somite, genital double-somite, urosome and caudal rami, showing details of spinous process on lateral wing, and process on second urosomite (200µm). **J.** Detail of chitinous process (20µm). **K.** Segments 1-19 of left antennule (400µm).

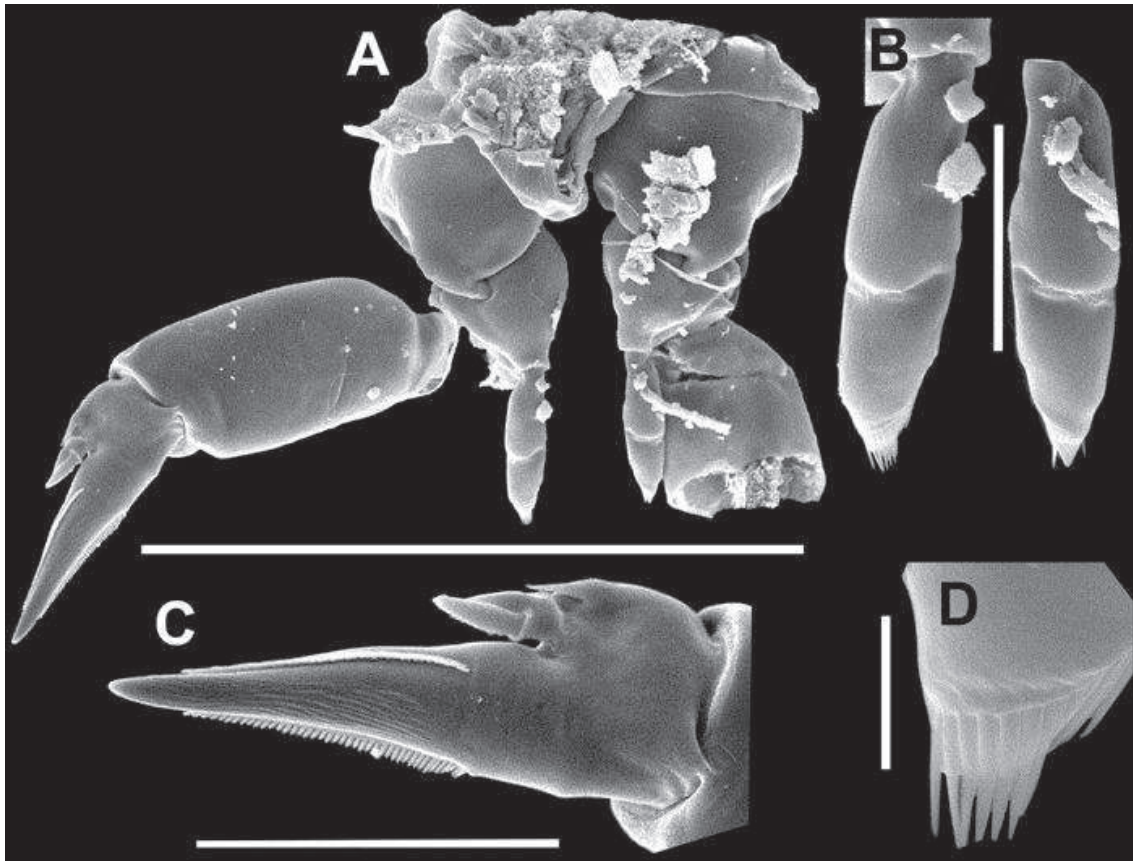


Figure 6. *Odontodiptomus thomseni* ♀. **A.** Leg 5, with lateral process on coxa and basis (200µm). **B.** Endopods of fifth legs (50µm). **C.** Terminal claw of exopod of leg 5 (25µm). **D.** Spinule row on endopod of left leg 5 (5µm).

Discussion

In his original work Brehm (1933) commented that he had found a “strange” copepod that was very different in its morphology compared with known species. In fact, the species included in *Odontodiptomus* share the possession of chitinous nodules on various parts of the body surface, including a tooth-like process on the caudal rami and another on the urosome, from which the genus takes its name. *Odontodiptomus thomseni* differs from the other two species included in this genus especially in the form of the male fifth leg, which has the lateral spine on the second exopod segment inserted near the base of the segment, a well-developed endopod, and a rounded process on the first exopod segment. The females also differ strongly from the two *Odontodiptomus* other species, mainly in the asymmetry of the genital receptacle. Consideration of these features makes it is easy to understand why Brehm (1933) regarded this species as “strange”.

This is only the second confirmed record of *O. thomseni*. The discovery of only three individuals suggests the species is rare and provides support for maintaining this species on the Red List of threatened species. Reid (1996) noted the existence of another record of *O. thomseni* - from pools in Venezuela. We consider this record so remote from the type locality (approximately 4,600km) that it should not be accepted as valid without reexamination. Brehm (1933), Wright (1938), Matsumura-Tundisi (1986) and Santos-Silva (2008) all emphasised that the three species of *Odontodiptomus* are endemic to particular regions or latitudinal ranges, further casting doubt on the record from Venezuela. It is possible that the material reported from Venezuela represents a new species of the genus *Odontodiptomus*. J. C. Paggi (personal communication 2011) considers that there is another, as yet undescribed, new species belonging to this genus living in Salto Grande reservoir (Uruguay/Argentina), although only one male individual has ever been found.

Further study of this genus is necessary in order to fully understand its geographic distribution and taxonomic complexity. More sampling effort should be concentrated in regions where *O. thomseni* has been found, especially in small water bodies, such as pools and reservoirs. Although the nature of these small water bodies contrasts with the new locality reported here, this is the kind of environment sampled by Brehm (1933). Sampling such small habitats is important as Perbiche-Neves & Previatelli (submitted) demonstrated when they reported high abundance of *Argyrodiaptomus bergi* (Richard, 1898) in a pool at high altitude in Santa Catarina State, South Brazil. Prior to this record this copepod species had not been seen for 36 years.

Acknowledgements

The authors would like to thank FAPESP (process 2008/02015-7 and 2009/00014-6) for financial support to GPN; M.Sc. Danilo Naliato, Mr. José Roberto Debastiani Jr. and Dra Silvia Casanova for help with fieldwork; and to the Electron Microscopy Centre (CME) of UNESP/Botucatu – especially Mr. Tiago dos Santos Tardivo - for help with the acquisition of micrographic images.

References

- Boxshall, G.A. & S.H. Halsey. 2004. An introduction to copepod diversity. London, The Ray Society, 966p.
- Brehm, V., 1933. *Diaptomus thomsoni* nov. spec., ein merkwürdiger neuer *Diaptomus* aus Uruguay. Zoologischer Anzeiger 104: 221-224.
- Felgenhauer, B.E. 1987 Techniques for preparing crustaceans for scanning electron microscopy. Journal of Crustacean Biology, 7, 71–76.
- Huys, R. and Boxshall, G.A. (1991) *Copepod evolution*. The Ray Society, London. 468 pp.
- Kiefer, F., 1936a. Über die Systematik der *Südamerikanischen Diaptomiden* (Crustacea Copepoda). Zoologischer Anzeiger 116: 194-200.
- Lansac-Tôha, FA.; Bonecker, CC.; Velho, LFM.; Simões, NR.; Dias, JD.; Alves, GM. & Takahashi, EM. 2009. Biodiversity of zooplankton communities in the Upper Paraná River floodplain: interannual variation from long-term studies Braz. J. Biol., 69(2, Suppl.): 539-549.
- Lopes, R.M.; Lansac-Tôha, F.A.; Vale, R.; Serafim-Júnior, M. 1997. Comunidade zooplanctônica do Reservatório de Segredo. In: Agostinho, A.A.; Gomes, L.C. (eds). Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Maringá: Eduem, p.39-60.
- Paggi, J.C. 2006. Redescription and re-evaluation of the taxonomic status of the Neotropical copepod *Diaptomus falcifer* Daday, 1905 (Calanoida: Diaptomidae). Studies on Neotropical Fauna and Environment, 41(1): 67-78.
- Perbiche-Neves, G. & Previattelli, D. 2011. A species restricted to a fragile environment: record of *Argyrodiaptomus bergi* (Crustacea, Copepoda, Calanoida) after 36 years and first record in Brazil. Zoologia (accepted.)
- Reid, J.W. 1996. *Odontodiaptomus thomsoni*. In: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 15 November 2010.
- Santos-Silva, E.N.; Boxshall, G.A. & Rocha, C.E.F. 1999. The neotropical genus *Notodiaptomus* Kiefer, 1936 (Calanoida: Diaptomidae): redescription of the type species *Notodiaptomus deitersi* (Poppe, 1891) and designation of a neotype. Studies on Neotropical Fauna and Environment, 34: 114-128.
- Santos-Silva, E.N. 2008. Calanoid of the families Diaptomidae, Pseudodiaptomidae, and Centropagidae from Brasil. Biologia Geral e Experimental, 8(1): 3-67.

- Wright, S., 1936. Preliminary report on six new species of *Diaptomus* from Brasil. Anais da Academia Brasileira de Ciências 8: 79-85 + pls. 1, 2.
- Wright, S., 1937. A review of some species of *Diaptomus* from São Paulo. Anais da Academia Brasileira de Ciências 9: 65-82 + pls. 1-3.

Capítulo 3

Riqueza, diversidade e abundância de Copépodes planctônicos (Crustacea: Cyclopoida e Calanoida) na bacia do rio da Prata (América do Sul)

Gilmar Perbiche-Neves¹; Marcos G. Nogueira¹; Carlos E. F. da Rocha²& Geoff Boxshall³

4. Universidade Estadual Paulista – UNESP, IBB, Departamento de Zoologia. Distrito de Rubião Júnior s/n, CEP 18618-970, Botucatu, SP, Brasil. Email: gilmarpneves@yahoo.com.br
5. Universidade de São Paulo – USP, IB, Departamento de Zoologia. Rua do Matão, travessa 14, n. 321, CEP 05508-900, São Paulo, SP, Brasil.
6. The Natural History Museum – NHM, Department of Zoology, Cromwell Road London SW7 5BD, United Kingdom.

Resumo: Foram analisados atributos ecológicos básicos (riqueza de espécies, diversidade alfa e gama, e abundância) de assembléias de copépodos planctônicos (Cyclopoida e Calanoida) em rios e reservatórios da bacia do rio da Prata, na Argentina, Bolívia, Brasil, Paraguai e Uruguai. A coleta dos organismos foi realizada em 43 locais, no verão (janeiro/fevereiro-2010) e inverno (junho/julho-2010). Simultaneamente foram determinadas 16 variáveis ambientais para análises de correlações simples com a riqueza e a abundância. Três hipóteses foram elaboradas nesse trabalho, e somente a primeira foi rejeitada: (i) há nítida distinção nos atributos ecológicos entre os locais analisados (montante e barragem de reservatórios e trechos lóticos); (ii) riqueza e diversidade aumentam em sentido à foz dos grandes rios – Paraná, Paraguai e Uruguai - e maior abundância ocorre nos trechos altos, devido a maior temperatura da água e a presença maciça de reservatórios; (iii) há maior riqueza e diversidade em ambientes meso e eutróficos rasos, desde que a eutrofização não seja excessiva. Foram encontradas 46 espécies, 22 de Cyclopoida e 24 de Calanoida, metade do total estimado para a bacia (diversidade gama - 86 espécies - Jack 1) e em média, houve mais espécies por amostra no inverno (6 espécies) do que no verão (5 espécies). Valores mais elevados de riqueza e diversidade alfa de Shannon-Wiener ocorreram no trecho baixo do rio Paraná, entretanto a diversidade alfa de Simpson foi mais elevada nos trechos alto do rio Paraná e médio dos rios Paraguai e Uruguai. Quatro características nos ambientes estiveram correlacionadas com menor riqueza: elevada turbidez e velocidade da água; reservatórios de baixo tempo de residência e formato simples; reservatórios de elevado tempo de residência, formato dendrítico e oligo-mesotróficos; e ambientes com eutrofização extrema. Aumento de condutividade elétrica favoreceu a riqueza de Cyclopoida e a riqueza total, enquanto que a riqueza de Calanoida foi prejudicada pela clorofila e as demais variáveis indicadoras de turbidez. Formas imaturas predominaram: náuplios de Cyclopoida foram mais abundantes que os de Calanoida e copepoditos de Calanoida mais abundantes que os de Cyclopoida. Entre as espécies de Cyclopoida dominaram, nessa ordem: *Thermocyclops minutus*, *Thermocyclops decipiens*, *Acanthocyclops robustus*, *Thermocyclops inversus* e *Mesocyclops meridianus*; e para Calanoida: *Notodiaptomus henseni*, *Notodiaptomus iheringi* e *Notodiaptomus cearensis*. Houve mais diferenças significativas (ANOVA) na abundância entre os trechos (alto, médio e baixo) e bacias (Paraná, Uruguai e Paraguai) do que entre locais (barragens, montantes e rios) e períodos (inverno e verão). Foram identificados grupos de espécies de reservatórios do trecho alto do rio Paraná; espécies de rios e reservatórios dos trechos médio e baixo dos rios Paraná e Uruguai e ainda espécies típicas de rios. Para as correlações da abundância com as variáveis ambientais *A. robustus*, *T. decipiens*, *M. ogunnus* e *M. mendocinus* foram correlacionados positivamente com a clorofila e tendem a ser dominantes em ambientes eutróficos; por outro lado, com exceção de *Argyrodiaptomus falcifer*, diversas espécies de Calanoida foram correlacionadas negativamente com o material em suspensão total e positivamente com a transparência. Esse trabalho confirmou algumas tendências já apontadas por outros trabalhos, como maior riqueza no trecho baixo do rio Paraná; a dominância de um conjunto de espécies de Cyclopoida em ambientes eutróficos; e uma nova tendência de maiores riquezas e diversidades acumulativas em ambientes eutróficos (em casos não extremos) – com ciclos irregulares das espécies. A rejeição da primeira hipótese pode ter sido influenciada pela baixa frequência amostral desse estudo.

Palavras-chave: rios, reservatórios, ecologia, padrões.

Introdução

O continente sul americano é rico em bacias hidrográficas, dentre as quais as maiores são: Amazônica, Prata, Orinoco, Magdalena, São Francisco, entre outras. Na bacia do rio da Prata, a segunda maior do continente, situa-se cerca de 50% da população da América Latina, e em consequência disso, essa bacia sofre intensas pressões antrópicas, desde a poluição oriunda de efluentes industriais e urbanos até a construção de grandes reservatórios de usinas hidrelétricas, os quais criaram lagos onde antes existiam trechos lóticos, ocasionando diversas alterações físicas, químicas e biológicas (Agostinho et al., 2007).

Em relação aos copépodes, as alterações no ambiente certamente influenciaram de muitas maneiras as espécies existentes, como por exemplo, na redução da riqueza específica e ciclos reprodutivos irregulares em ambientes eutróficos extremos e no favorecimento do desenvolvimento de espécies típicas de águas lênticas e mais transparentes (Bonecker et al., 2001; Perbiche-Neves et al., 2007). Sobre a eutrofização, Matsumura-Tundisi & Tundisi (2005) mencionam que se este processo não for excessivo, pode haver aumento da riqueza específica. Ainda, as represas atenuam os ciclos hidrológicos de pulsos de inundação, típicos de áreas alagáveis do rio Paraná, o que podem vir a afetar também o zooplâncton (Lansac-Tôha et al., 2009). Deve se considerar ainda a introdução e o estabelecimento de espécies invasoras, como por exemplo *Mesocyclops ogunnus* e *Mesocyclops aspericornis* – ambas de origem africana, e *Acanthocyclops* cf. *robustus* – espécie confundida com a forma européia, porém presente somente no sul da bacia do Prata – atualmente também é encontrada nos trechos alto e médio dos rios Tietê e Iguçu.

Considerando as ordens Calanoida e Cyclopoida, que contêm as principais espécies de copépodes planctônicos de água doce, estimam-se um número de 256 espécies (Boxshall & Defaye, 2008) na região neotropical. Este valor tende a ser maior, pois recentemente novas espécies foram descobertas ou reconhecidas através de análises mais detalhadas. Infelizmente, parte dessas espécies restringe-se a certos tipos de ambientes e/ou regiões (Matsumura-Tundisi, 1986; Perbiche-Neves et al., 2011 – no prelo), e os crescentes impactos antrópicos acima podem tornar-se importantes ameaças para a diversidade desses organismos.

Cerca de 60% do trecho alto da bacia do rio Paraná encontra-se atualmente represado, quase inexitem trechos lóticos, exceto na planície de inundação entre os reservatórios de Porto Primavera e Itaipu (Agostinho et al., 2007). Nos trechos médio e

baixo a situação é a oposta, não há reservatórios e observa-se um acréscimo de turbidez e sólidos em suspensão, A mesma observação pode ser feita para o rio Uruguai, onde existem poucos reservatórios (exceto no trecho alto do rio Uruguai, quase totalmente represado). Para o rio Paraguai, a baixa declividade limitou a construção de reservatórios, assim como a sua distância dos grandes centros urbanos, não atraindo a atenção para essas obras.

Vale destacar que paralelamente à grande população concentrada na bacia do rio da Prata, os corpos d'água existentes também são relativamente bem estudados, devido a presença de grupos de limnologia instalados em algumas cidades. Com o decorrer dos anos os estudos se concentraram em determinadas regiões, como nos rios Grande, Tietê, Paranapanema, no trecho alto da planície de inundação do rio Paraná – todos esses no Brasil; no rio Paraná próximo à foz do rio Paraguai e ainda no final do trecho médio do rio Paraná – na cidade de Santa Fé – esses últimos na Argentina.

Com o desenvolvimento de diversos estudos nos mesmos locais, algumas tendências foram observadas por vários autores. Uma delas, é que se encontra maior riqueza de espécies em ambientes menos produtivos, e também em ambientes lóticos, ou seja, não em reservatórios. Ainda, Ringuelet & Martínez de Ferrato (1967) apontam que a maior riqueza de espécies de copépodes é encontrada no trecho final da bacia do rio da Prata, especialmente no delta formado na região de Buenos Aires. Por fim, a intensa busca por espécies bioindicadoras apontou que a espécie *Thermocyclops decipiens* tende a ser favorecida em ambientes eutróficos, enquanto que seu cogenérico, *Thermocyclops minutus*, domina em ambientes oligo/mesotróficos (Landa et al., 2007; Nogueira et al., 2008; Silva, 2011).

Embora existam diversos trabalhos em escalas pontuais ou em um longo trecho de rio, o zooplâncton como um todo, ou os copépodes particularmente, não foram estudados em toda a bacia do rio da Prata. Mesmo com apenas duas amostragens, esse estudo foi pioneiro em amostrar com protocolos padronizados, e quase que simultaneamente, toda a bacia durante o ano de 2010. Os resultados permitiram lograr uma visão em macro escala de alguns atributos ecológicos das assembléias de copépodes. Na análise desses atributos, foram levantadas e testadas três hipóteses:

1. Há nítida distinção na fauna de copépodes (riqueza, diversidade e abundância) entre os locais estudados, sendo que há espécies típicas de trechos lóticos e de reservatórios, e nesses últimos, ocorre ainda distinção entre zona lântica (próximo à barragem) e zona de montante (início do reservatório);

2. Considerando os trechos da bacia estudada (alto, médio e baixo), os grandes rios que a compõe (Paraná, Paraguai e Uruguai) e os sentidos dos mesmos, espera-se encontrar maior riqueza e diversidade no sentido da foz; porém o mesmo não deve ocorrer para a abundância, que deverá ser maior nas latitudes mais baixas devido as maiores temperaturas da água e grande concentração de reservatórios, conseqüentemente de águas mais lânticas e propícias para esses organismos se desenvolverem;
3. Com base em estudos recentes quanto às relações da riqueza e diversidade *versus* o grau trófico, espera-se encontrar maiores valores desses atributos e inclusive de abundância, nos sistemas mesotróficos e eutróficos e rasos, que supostamente oferecem mais recursos alimentares – sem a eutrofização excessiva que promove elevada concentração de clorofila e presença massiva de algas.

Material & Métodos

As amostras foram obtidas em 43 locais georeferenciados distribuídos ao longo da bacia do rio da Prata, abrangendo os países da Argentina, Brasil, Bolívia, Paraguai e Uruguai. Foram selecionados 15 reservatórios (amostrando-se as zonas de barragem e montante) e 13 trechos lóticos (Figura 1). Todos os reservatórios amostrados possuem tempo de residência superior a 15 dias, considerando-se que uma retenção hidráulica inferior talvez seja limitante para o desenvolvimento do zooplâncton.

Entre os reservatórios, amostraram-se os construídos nas cabeceiras (localizados nas regiões altas e/ou médias) e próximo às desembocaduras (regiões baixas) dos grandes rios da bacia do Prata, ou seja, o primeiro e último grande reservatório de cada rio (no rio Paraná e seus maiores tributários: rios Grande, Parnaíba, Tietê, Paranapanema e Iguaçu). No rio Uruguai, além do primeiro e último reservatório, também foram incluídos três pontos em trechos lóticos, dois no trecho médio (260km equidistantes) e um no baixo. Após o último reservatório no trecho médio do rio Paraná foram amostrados 6 pontos, a aproximadamente cada 250km, até a desembocadura no Rio da Prata. No rio Paraguai também se amostrou os trechos alto, médio (distância de 250km) e baixo (cerca de 650km após o ponto médio).

BACIA HIDROGRÁFICA DO PRATA



Figura 1. Mapa com a distribuição dos pontos de amostragem. Para os reservatórios, os códigos referem-se às três primeiras letras do nome de cada reservatório e, após o hífen, a letra ‘M’ significa ‘montante’ e a letra ‘B’ significa ‘barragem’. Para os trechos lóticos, indicados pela letra ‘R’, a denominação PAR refere-se ao rio Paraná, PAG=Paraguai e URU=Uruguai e as letras após o hífen referem-se: A=trecho alto, M=trecho médio, B=trecho baixo.

As amostragens foram realizadas no verão (em janeiro, fevereiro e março/2010), e no inverno (em junho e julho/2010), nos canais centrais dos reservatórios (zonas de montante – intermediárias e de barragem - lânticas) e dos rios.

A coleta de zooplâncton foi feita com arrastos verticais na coluna de água (próximo ao fundo até a superfície) de cada ponto selecionado, obtendo-se três amostras quantitativas e uma para análise qualitativa, todas fixadas com formol 4%. Nos locais

mais profundos os arrastos tiveram uma extensão padronizada de 40m. Foi utilizada uma rede de plâncton cônica modificada com anteparo anti-refluxo de 68 μm de abertura de malha. Através do cálculo da área do cilindro (área da boca da rede e profundidade do arrasto) foi estimado o volume de água filtrada. Nos pontos lóticos, foram realizados arrastos verticais com o barco em deriva, evitando que o arrasto fosse oblíquo.

Em campo (*in situ*) foi realizada a medição de alguns parâmetros físicos e químicos da água: perfis completos de temperatura da água, pH, condutividade e oxigênio dissolvido com uma sonda multiparâmetros Eureka modelo Manta-2, profundidade (sonda SpeedTech), transparência da água (m) com imersão de disco de Secchi, temperatura do ar (termômetro de mercúrio) e coleta de amostras de água com garrafa de Van Dorn para posterior análise em laboratório da concentração de nutrientes totais (fósforo e nitrogênio), material em suspensão (total, inorgânico e orgânico) e clorofila *a* do fitoplâncton. Para esses últimos, em locais profundos, acima de 30m, as amostras de água foram em geral coletadas entre 4-6 profundidades, amostrando no mínimo a superfície, meio da zona eufótica, final da zona eufótica (determinadas a partir da leitura do disco de Secchi) e próximo ao fundo. Nos pontos com profundidades menores que 30m, amostrou-se 2-3 profundidades. A metodologia detalhada da análise dessas variáveis, assim como dos valores obtidos está em fase de publicação (Nogueira et al. em prep.).

A identificação dos copépodes foi feita sob lupa e microscópio, utilizando bibliografias especializadas (Wright, 1927, 1936, 1938; Brehm, 1933a,b, 1938; Kiefer, 1933, 1936; Dussart & Frutos, 1985, 1986; Reid, 1985; Matsumura-Tundisi, 1986; Einsle, 1996; Rocha, 1998; Karaytug, 1999; Santos-Silva, 2000; Paggi, 2001; Alekseev, 2002; Ueda & Reid, 2003; Silva, 2003; Silva & Matsumura-Tundisi, 2005; Previatelli, 2006). Foram identificados indivíduos machos e fêmeas de todas as espécies encontradas.

A contagem dos organismos, ao menor nível taxonômico possível, foi realizada através de sub-amostragens, considerando-se um mínimo de 500 organismos por amostra analisados em cubetas de acrílico sob lupa. Os estágios imaturos de Copepoda (náuplios, copepoditos) foram identificados ao nível de ordem. Os náuplios foram quantificados em um mínimo de 500 indivíduos por amostra, através de sub-amostragens analisadas em lâminas de Sedgewick-Rafter e sob microscópio. A abundância dos organismos foi expressa em indivíduos por metro cúbico (ind.m^{-3}).

Foram analisados os seguintes atributos ecológicos das assembléias amostradas: riqueza de espécies, diversidade alfa (local) e gama (total) e equitabilidade de Pielou. Entre as diversidades locais (alfa), utilizou-se a de Shanon-Wiener (H) devido sua maior sensibilidade às espécies raras e ampla tolerância às variações de abundância. Por outro lado, utilizou-se também a diversidade de Simpson (D), por ser robusta e atribuir menor importância às espécies raras (Margurran, 1988), completando assim as diferentes visões do estudo. Ressalta-se que para a diversidade de Simpson, quanto menor o valor, maior é a diversidade, o contrário da dominância exercida pelas espécies. A equitabilidade de Pielou foi calculada sobre a diversidade de Shannon-Wiener. Sobre a diversidade gama, foi calculada a riqueza total de espécies para cada ordem dentro de cada período e, posteriormente, foi utilizado um estimador Jack1. As diversidades e a equitabilidade foram calculadas no software Past 6.0.

Os dados de riqueza e abundância dos copépodes foram analisados com base em quatro fatores (*bacias* – Paraná, Paraguai e Uruguai; *locais* – montante, barragem e rios; *trechos* (definidos conforme sugerem a bibliografia) – alto, médio e baixo; e *períodos* – verão e inverno), com análise de variância (ANOVA) one-way, individualmente para cada fator. Foi testada a normalidade (Shapiro-Wilk) e a homogeneidade de variância (Levene) antes da realização das ANOVAS. Espécies raras, que apresentaram baixa abundância, não foram analisadas, devido à disparidade numérica.

Por fim, através de correlação simples de Pearson com nível de significância de $p=0,01$ (software Statistic 6.0, Statsoft, 2002), a riqueza e a abundância dos copépodes foram correlacionadas com as variáveis ambientais que tem influência direta sobre os animais. Na separação dessas variáveis, utilizou-se o seguinte critério: profundidade=indicadora de reservatórios (trechos represados), maioria localizados nos trechos altos dos rios Paraná e Uruguai, com única exceção no ponto RURUM1 com profundidade de 40m; clorofila=indicadora de produtividade e principal recurso para o desenvolvimento dos copépodes herbívoros, ou ainda indicadora de condições tróficas excessivas, fator condicionante para a permanência de espécies resistentes; temperatura da água=além de separar os períodos amostrados, tende a ser maior em locais de baixas altitudes e ambientes rasos, como trechos lóticos e alguns reservatórios; condutividade=indicador da quantidade de íons na água, podendo ser reflexo de poluição urbana e industrial, salvo exceções de lagos salinos, ausentes nesse estudo; oxigênio dissolvido=variável atuante sobre o metabolismo dos copépodes, limitante, e

indicador de condições degradadas em alguns casos, bem como naturais em outros, como no rio Paraguai; transparência=indicadora da penetração da luz na água e estímulo de desenvolvimento do fitoplâncton, que é a base alimentar de muitos copépodes, e ainda é oposta á concentração de material em suspensão total, a última variável considerada, que indica o teor de partículas inorgânicas e orgânicas na água, que podem afetar o desenvolvimento dos copépodes se a concentração for excessiva. A concentração de nutrientes, a temperatura do ar, o pH e a turbidez não foram utilizadas, por atuarem indiretamente sobre os organismos estudados ou terem apresentado baixa correlação nesse estudo e também, no caso da turbidez, já ter sido representada pelo material em suspensão. Obteve-se uma média geral da coluna de água para as variáveis ambientais. Em casos de profundidade muito elevada, por exemplo, acima de 70m, foram utilizadas medidas até essa profundidade. ANOVA e correlações de Pearson foram realizadas no software Statistic v. 6.0 (Statsoft, 2006).

Resultados

Riqueza

Foi encontrado um total de 46 espécies de copépodes (Tabela 1), 22 pertencentes à ordem Cyclopoida, família Cyclopidae, e 24 pertencentes à ordem Calanoida, família Diaptomidae. Dessas, 4 espécies da ordem Calanoida não foram confirmadas, sendo que uma espécie é nova e será descrita.

Tabela 1. Lista de espécies encontradas no presente estudo, com respectivas abreviaturas para análises posteriores. * Espécie em descrição.

Cyclopoida	Abrev.	Calanoida	Abrev.
<i>Acanthocyclops robustus</i> (Sars, 1863)	Arob	<i>Argyrodiaptomus azevedoi</i> (Wright, 1935)	Aaze
<i>Eucyclops elegans</i> (Herrick, 1884)	Eele	<i>Argyrodiaptomus denticulatus</i> Brehm, 1933	Aden
<i>Eucyclops ensifer</i> Kiefer, 1936	Eens	<i>Argyrodiaptomus falcifer</i> (Daday, 1905)	Afal
<i>Macrocyclus albidus</i> (Jurine, 1820)	Malb	<i>Argyrodiaptomus furcatus</i> (Sars, 1901)	Afur
<i>Megacyclus</i> cf. <i>viridis</i> (Jurine, 1820)	Mvir	<i>Noto diaptomus anisitsi</i> (Lowndes, 1934)	Nani
<i>Mesocyclops aspericornis</i> (Daday, 1906)	Masp	<i>Noto diaptomus carteri</i> (Lowndes, 1934)	Ncar
<i>Mesocyclops ellipticus</i> Kiefer 1936	Mell	<i>Noto diaptomus cearenses</i> (Wright, 1936)	Ncea
<i>Mesocyclops longisetus curvatus</i> Dussart, 1987	Mloc	<i>Noto diaptomus conifer</i> (Sars, 1901)	Ncon
<i>Mesocyclops longisetus longisetus</i> (Trhiébaud, 1912)	Mlol	<i>Noto diaptomus coniferoides</i> (Wright, 1927)	Ncod
<i>Mesocyclops meridianus</i> (Kiefer, 1926)	Mmer	<i>Noto diaptomus</i> cf. <i>deevoyrum</i> (Bowman, 1973)	Ndee
<i>Mesocyclops ogunnius</i> Onabamiro, 1957	Mogu	<i>Noto diaptomus dentatus</i> Paggi, 2001	Nden
<i>Metacyclus laticornis</i> (Lowndes, 1934)	Mlat	<i>Noto diaptomus henseni</i> (Dahl, 1894)	Nhen
<i>Metacyclus mendocinus</i> (Wierzejski, 1892)	Mmen	<i>Noto diaptomus iheringi</i> (Wright, 1935)	Nihe
<i>Microcyclus anceps anceps</i> (Richard, 1897)	Manc	<i>Noto diaptomus incompositus</i> (Brian, 1926)	Ninc
<i>Microcyclus ceibaensis</i> (Marsh, 1919)	Mcei	<i>Noto diaptomus isabellae</i> (Wright, 1936)	Nisa

<i>Microcyclops finitimus</i> Dussart, 1984	Mfin	<i>Noto diaptomus</i> n.sp.*	Nsp1
<i>Microcyclops mediasetosus</i> Dussart & Frutos, 1985	Mmed	<i>Noto diaptomus santafesinus</i> Ringuelet & Martinez de Ferrato (1967)	Nsan
<i>Paracyclops chiltoni</i> (Thomson, 1882)	Pchil	<i>Noto diaptomus spiniger</i> (Brian, 1925)	Nspi
<i>Thermocyclops decipiens</i> (Kiefer, 1929)	Tdec	<i>Noto diaptomus</i> cf. <i>spinuliferus</i> (Dussart, 1985)	Nspf
<i>Thermocyclops inversus</i> Kiefer, 1936	Tinv	<i>Noto diaptomus susanae</i> (Paggi, 1976)	Nsuz
<i>Thermocyclops minutus</i> (Lowndes, 1934)	Tmin	<i>Noto diaptomus</i> cf. <i>transitans</i> Ringuelet, 1958	Ntra
<i>Tropocyclops prasinus meridionalis</i> (Kiefer, 1931)	Tpra	<i>Odontodiaptomus thomsoni</i> (Brehm, 1933)	Otho
Náuplio Cyclopoida	NCy	<i>Diaptomus curvatus</i> Perbiche-Neves et al. 2011	Deur
Copepodito Cyclopoida	CCy	<i>Diaptomus frutosa</i> Perbiche-Neves et al. 2011	Dfru
		Náuplio Calanoida	NCa
		Copepodito Calanoida	CCa

Em relação à diversidade gama, para ambas as ordens encontrou-se mais espécies no inverno (em média 6 por amostra) do que no verão (em média 5 por amostra) (Tabela 2). Entre os pontos e períodos amostrados, foram estimadas (Jack 1) a presença de 45 espécies para a ordem Cyclopoida, 44 para Calanoida, e 83 espécies considerando as duas ordens.

Tabela 2. Riqueza total de espécies na bacia (diversidade gama), para cada ordem de copépodes dentro de cada período amostrado com valor do extrapolador não paramétrico Jackknife de primeira ordem.

Ordem	Períodos	Riqueza	Jack1
Cyclopoida	Verão	14	44,5
	Inverno	17	
Calanoida	Verão	17	43,5
	Inverno	23	
Total	Verão	31	82,8
	Inverno	40	

Em geral, quanto à riqueza total de Cyclopoida e de Calanoida (Figura 2), baixos valores ocorreram em locais com elevadas turbidez (RURU-M1, RURU-M2, ROS-M – devido à entrada próxima de um rio tributário), em reservatórios de baixo tempo de residência e formato simples (ROS-B, ROS-M, AVER-M - verão), em reservatórios profundos com longo tempo de residência, formato dendrítico e estado oligo-mesotrófico (EMB, FUR, SCAX, JUR-B) e, ainda, em locais com eutrofização intensa (RPLA – verão, BBON-B - inverno).

A questão da associação entre eutrofização intensa e baixa riqueza foi divergente, pois em um mesmo ponto (BBON e RPLA), houve grande variação dos valores, conforme o período do ano. Também se verificou elevadas riquezas em outros locais eutróficos e rasos, como os reservatórios de Três Irmãos (TIRM), Foz do Areia (FARE) e Yaciretá (YACI) - nesse último encontrou-se o valor mais elevado de riqueza durante o verão, 10 espécies. Em outros reservatórios grandes, dendríticos, porém não tão

profundos (<50m), elevadas riquezas foram encontradas (SSIM; JUR-M; ISOL; ITA; SGRA). Por fim, especialmente os trechos lóticos baixos dos rios Paraná (RPAR-B1, B2 - maior riqueza encontrada, 15 espécies - e B3) e Uruguai (RURU-B) também apresentaram altas riquezas, além dos trechos alto e médio do rio Paraguai (RPAG-A e RPAG-M).

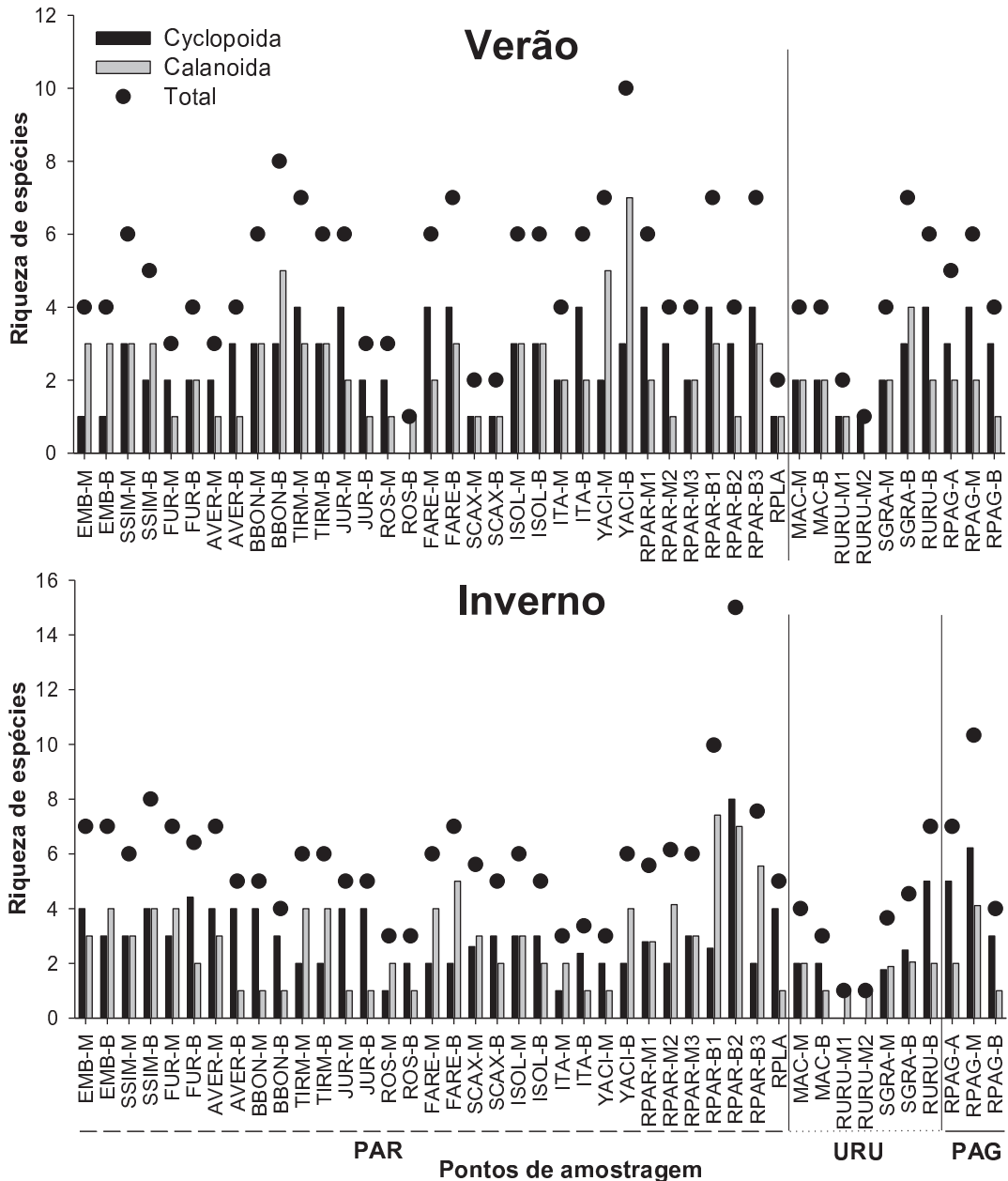


Figura 2. Riqueza de espécies entre os pontos de amostragem analisados, no verão e no inverno. Para a localização exata dos pontos, vide Figura 1.

A riqueza de espécies apresentou diferença significativa somente entre as bacias analisadas (Figura 3), não sendo significativa as diferenças entre os locais, os trechos e os períodos. Para Cyclopoida, no rio Paraguai foi verificada maior riqueza, seguida do

rio Paraná e depois do Uruguai, assim como o observado para a riqueza total. Embora a diferença não tenha sido significativa para a riqueza de Calanoida ($p=0,06$), o maior valor ocorreu no rio Paraná, seguido dos rios Uruguai e Paraguai.

Mesmo sem diferenças significativas nas médias gerais de riqueza entre os trechos dos rios estudados e os meses ($p=0,09$), houve tendências de variação com maiores valores nos trechos baixos e no inverno.

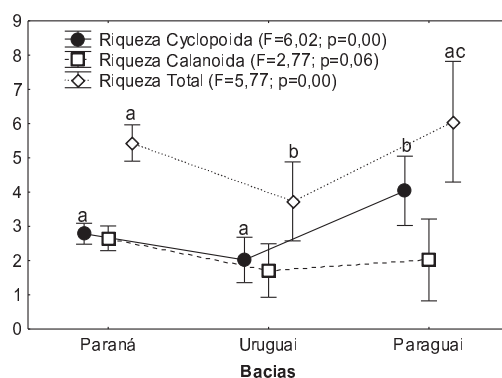


Figura 3. A. Riqueza média (\pm erro-padrão) de espécies entre as bacias analisadas, com resultados da ANOVA e do teste de Tukey.

Entre os trechos de cada rio (Tabela 3), os maiores valores médios de riqueza específica ocorreram nos trechos baixos dos rios Paraná e Uruguai, com exceção no trecho médio do rio Paraná no verão, e no trecho médio para o rio Paraguai. Em relação à diversidade de Shannon-Wiener (H), os valores não apresentaram uma tendência clara de variação no rio Paraná durante o verão, sendo maiores no trecho baixo no inverno. Em contraste, a diversidade de Simpson (D) foi mais elevada no trecho alto do rio Paraná, para Cyclopoida e Calanoida, indicando menor dominância nesse trecho quando comparado aos demais.

No rio Uruguai, a diversidade H de Cyclopoida e total foram maiores no trecho baixo no verão, e para Cyclopoida e Calanoida nesse mesmo trecho no inverno.

No rio Paraguai, houve pouca variação para a diversidade H no verão, e no inverno esta foi maior nos trechos alto e médio.

Nos rios Uruguai e Paraguai a diversidade D, em geral, foi elevada para Cyclopoida e Calanoida, exceto para a total, em ambos os períodos amostrados. Maior dominância foi verificada nos trechos alto e baixo, com maior diversidade no trecho médio.

Tabela 3. Valores médios de riqueza de espécies de Cyclopoida (Cy), Calanoida (Ca) e total (Tot) por bacia hidrográfica e trechos estudados (Paraná alto n=24, médio n=5, baixo n=4; Uruguai alto n=2, médio n=2, baixo n=3; Paraguai n=1 em cada trecho).

Riqueza		Verão			Inverno		
		Cy	Ca	Tot	Cy	Ca	Tot
Paraná	Alto	2,5	2,2	4,7	2,9	2,5	5,5
	Médio	2,8	3,4	6,2	2,4	3,0	5,3
	Baixo	3,0	2,0	5,0	4,1	5,2	9,4
Uruguai	Alto	2,0	2,0	4,0	2,0	1,5	3,5
	Médio	1,0	0,5	1,5	0,0	1,0	1,0
	Baixo	3,0	2,7	5,7	3,1	2,0	5,1
Paraguai	Alto	3,0	2,0	5,0	5,0	2,0	7,0
	Médio	4,0	2,0	6,0	6,2	4,1	10,3
	Baixo	3,0	1,0	4,0	3,0	1,0	4,0
Shannon-Wiener							
Paraná	Alto	0,8	0,8	2,6	0,6	0,6	2,5
	Médio	0,7	1,0	2,6	0,8	0,9	2,1
	Baixo	0,5	0,9	2,3	1,1	1,2	2,9
Uruguai	Alto	0,7	0,6	1,7	0,5	0,1	1,6
	Médio	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,7
	Baixo	1,1	0,5	2,1	0,7	0,5	1,6
Paraguai	Alto	0,5	0,7	1,9	1,3	0,6	1,8
	Médio	1,2	0,6	2,0	1,5	1,3	2,3
	Baixo	1,1	0,5	1,9	0,7	0,0	1,0
Simpson							
Paraná	Alto	0,5	0,4	0,9	0,3	0,4	0,9
	Médio	0,4	0,5	0,9	0,5	0,5	0,8
	Baixo	0,3	0,5	0,9	0,6	0,6	0,9
Uruguai	Alto	0,5	0,4	0,8	0,3	0,1	0,7
	Médio	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5
	Baixo	0,6	0,3	0,8	0,4	0,3	0,7
Paraguai	Alto	0,4	0,5	0,8	0,7	0,4	0,7
	Médio	0,7	0,4	0,8	0,7	0,7	0,9
	Baixo	0,6	0,3	0,8	0,5	0,0	0,5

Quando calculada para cada amostra, a diversidade H (Figura 4) suportou os maiores valores para ambas as ordens nos trechos médio e baixo do rio Paraná, ainda com picos no verão nos pontos SSIM-B, BBON-B, FARE-B e ISOL-B. Para a diversidade D (Figura 4), Cyclopoida apresentou maior diversidade ou menor dominância nos reservatórios do rio Parnaíba (EMB e SSIM), Iguaçu (FARE e SCAX) e no rio Paraguai no trecho alto em ambos os períodos. Quanto aos Calanoida, observou-se maior diferença para a diversidade D entre os períodos. No verão houve maior diversidade nos rios Paranapanema (JUR e ROS), no trecho médio do rio Uruguai e em

alguns pontos específicos, tais como SCAX-M, YACI-M, RPAR-M1, RPAR-M3 e RPLA. No inverno, a diversidade D foi maior para os Calanoida nos pontos AVER-B, BBON-M, BBON-B, JUR-M, JUR-B, ROS-B, ITA-B, YACI-M, RPLA, MAC-B e RURUM1 e M2. Para a equitabilidade (Figura 4), valores indicando comunidades homogêneas ou relativamente homogêneas foram detectados em reservatórios do trecho alto da bacia do rio Paraná e no trecho médio do rio Uruguai.

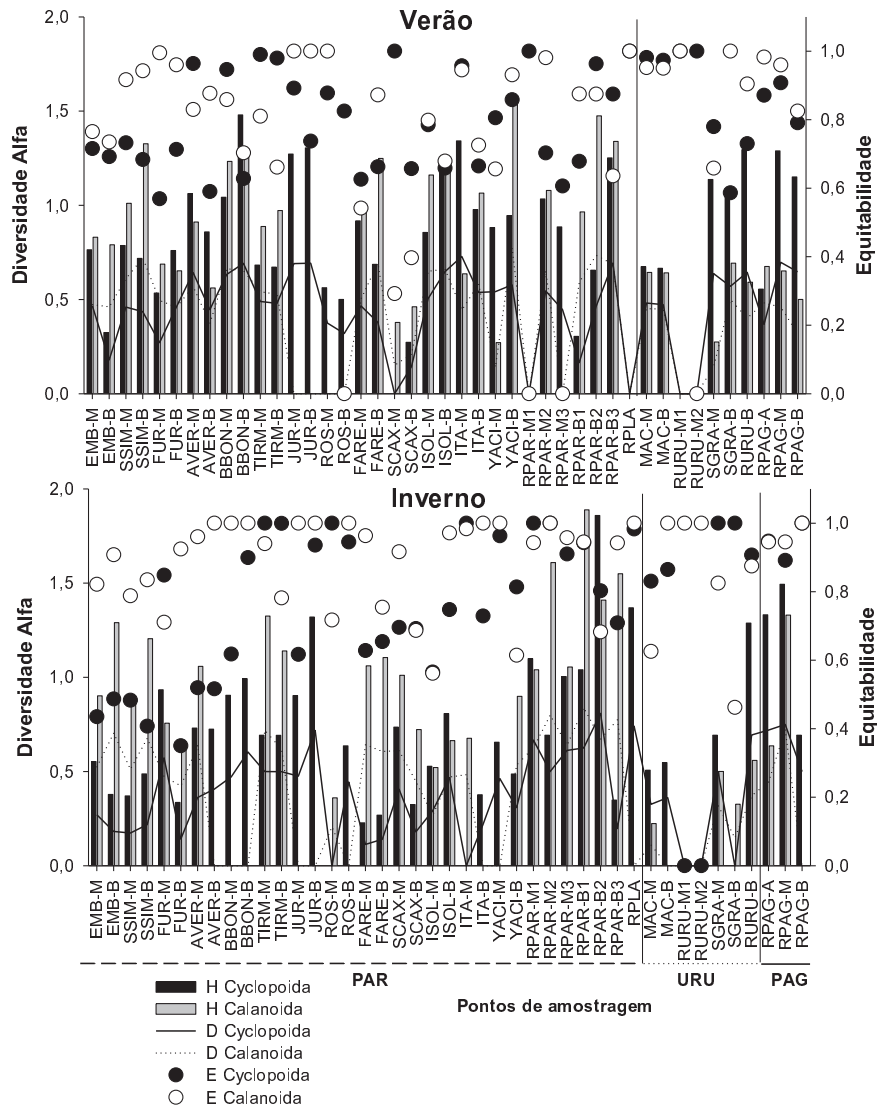


Figura 4. Valores de diversidade alfa (Shannon-Wiener e Simpson) e de equitabilidade para os copéodes das ordens Cyclopoida e Calanoida nos diferentes pontos e períodos de amostragem.

Para as correlações geradas entre a riqueza de espécies e as variáveis ambientais (Figura 5), oito foram significativas ($p < 0,06$). Os valores de riqueza de Cyclopoida e total correlacionaram-se positivamente com a condutividade elétrica. Por outro lado, a riqueza de Calanoida foi negativa com a clorofila, material em suspensão orgânico,

inorgânico e total e turbidez; e a riqueza de Cyclopoida negativa com o oxigênio dissolvido.

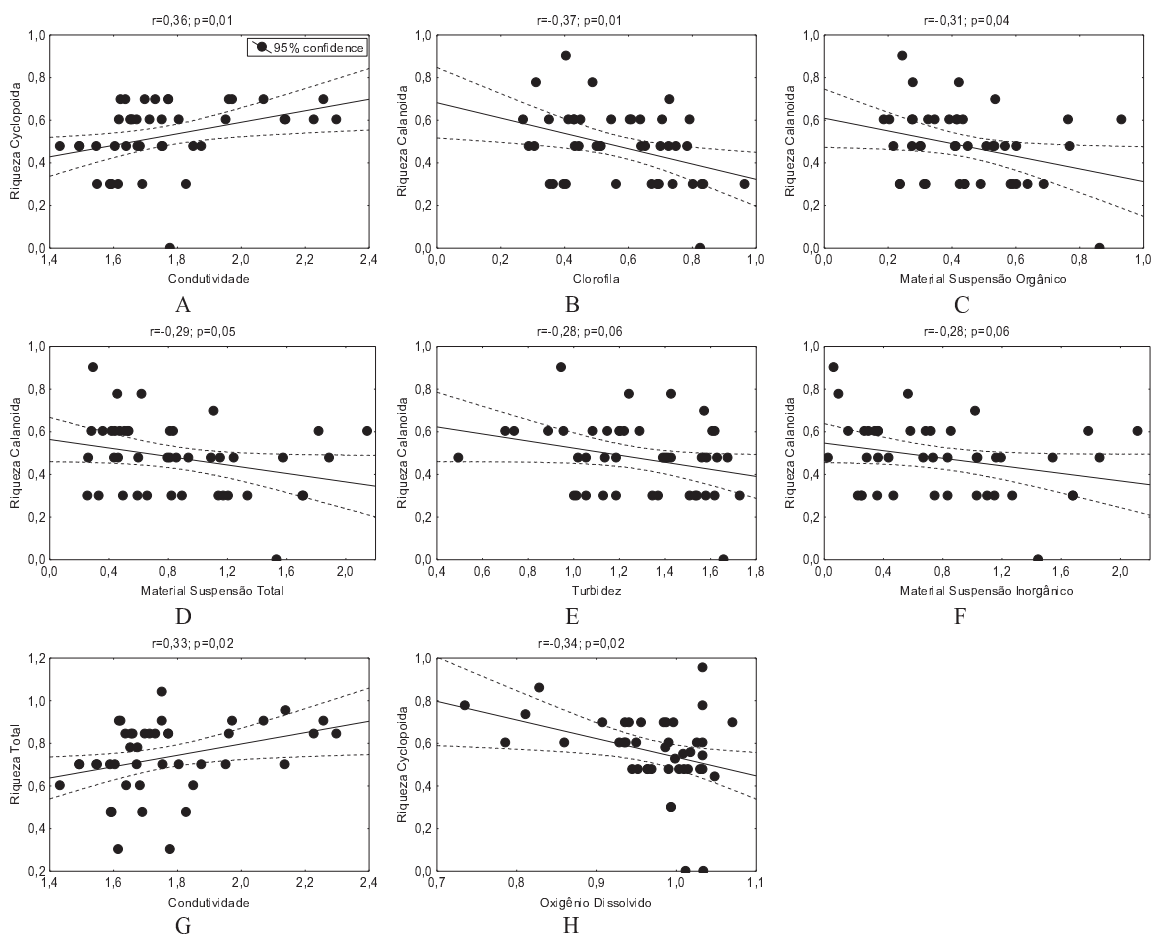


Figura 5. Correlações de Pearson significativas ($p<0,06$) entre a riqueza de Cyclopoida, de Calanoida e riqueza total com as variáveis ambientais (A-G=verão; H=inverno).

Abundância

De maneira geral, as formas imaturas foram absolutamente dominantes sobre as adultas (Tabela 4). Entre os náuplios houve maior abundância de Cyclopoida e entre os copepoditos, esse resultado foi oposto no verão, com dominância de Calanoida.

Para as espécies (Tabela 4), houve larga vantagem numérica das fêmeas sobre os machos de Cyclopoida (exceto para *A. robustus*) e também das fêmeas sobre os machos de Calanoida, embora não tão dispar. *Thermocyclops minutus* e *T. decipiens* foram dominantes entre os Cyclopoida em ambos os períodos amostrados, seguidas de *A. robustus* no inverno e *T. inversus* no verão.

Para Calanoida, *N. henseni* foi dominante sobre as demais espécies, seguida de *N. iheringi* e *N. cearensis*. Além dessas três espécies e de *A. azevedoi*, *N. conifer*, *N. incompositus* e *N. spiniger*, as demais espécies de Calanoida foram pouco abundantes nas amostras.

Tabela 4. Valores médios±desvio-padrão da abundância (indivíduos.m⁻³) de indivíduos machos e fêmeas das espécies encontradas, e das formas imaturas. Em negrito as espécies com maiores abundâncias (> 50 indivíduos.m⁻³) (M=machos; F=fêmeas).

	Verão	Inverno		Verão	Inverno		Verão	Inverno
Arob M	4±14	113±519	T inv F	57±126	35±107	Nhen M	119±232	25±50
Arob F	18±76	57±279	T min M	25±48	47±130	Nhen F	100±179	20±35
Erub F	0±0	0±0	T min F	154±318	166±453	Nihe M	19±40	15±57
Eele F	0±0	0±0	T pra M	0±0	0±0	Nihe F	65±133	21±61
Eens F	0±0	0±0	T pra F	0±0	0±1	Ninc M	7±20	4±10
Malb F	0±0	0±0	Aaze M	2±6	1±4	Ninc F	9±25	3±8
Mvir F	0±0	0±0	Aaze F	6±21	3±10	Nisa M	0±1	0±0
Masp M	1±4	0±0	Aden F	0±0	0±0	Nisa F	0±2	0±0
Masp F	1±8	0±0	Aden M	0±0	0±0	Nsp1 M	0±0	0±0
Mell F	0±0	0±0	Afal M	0±0	0±0	Nsan M	3±16	0±0
Mloc F	1±4	0±1	Afal F	0±0	0±0	Nsan F	0±0	0±0
Mmer M	16±88	0±0	Afur M	0±1	0±0	Nspi M	2±7	0±1
Mmer F	32±110	0±1	Afur F	0±0	0±0	Nspi F	5±16	0±2
Mogu M	10±54	6±26	Nani M	0±1	0±1	Nspf M	1±7	0±3
Mogu F	23±56	8±23	Nani F	1±3	1±1	Nspf F	1±7	0±0
Mlat F	0±0	0±0	Ncar M	0±0	0±1	Nsus M	0±0	0±0
Mmen M	0±0	15±86	Ncar F	0±0	0±0	Nsus F	0±0	0±0
Mmen F	2±11	27±125	Ncea M	25±60	2±6	Ntran M	0±0	0±0
Manc M	0±2	0±0	Ncea F	50±118	6±19	Ntran F	0±0	0±0
Manc F	3±9	0±1	Ncon M	11±61	0±0	Otho M	0±0	0±0
Mcei M	0±0	0±0	Ncon F	25±115	0±0	Dcur M	0±2	2±10
Mcei F	0±0	0±1	Ncod M	1±4	0±1	Dcur F	0±2	1±5
Mfin F	0±0	0±0	Ncod F	1±7	0±0	Dfru M	1±3	1±6
Mmed M	0±0	0±0	Ndee M	0±0	0±0	Dfru F	1±4	1±3
Mmed F	0±0	0±1	Ndee F	0±0	0±0	NCy	3388±18775	2437±7144
Pchil M	0±0	0±0	Nden M	0±0	0±0	NCal	1196±3043	966±2677
Pchil F	0±0	0±1	Nden F	0±0	0±1	CCy	1226±1861	1748±4837
Tdec M	23±42	43±176	Ngib M	0±0	0±0	CCal	1823±2459	428±634
Tdec F	108±195	87±294	Ngib F	0±0	0±0			
Tinv M	11±37	9±33						

Entre os trechos, locais, bacias e períodos analisados, as diferenças significativas podem ser observadas na Tabela 5. Para os trechos, o teste de Tukey evidenciou maior abundância no trecho alto para *M. ogunnus*, *T. decipiens*, *T. inversus*, *T. minutus*, *N.henseni* e *N. iheringi*, além de *A. azevedoi* e *N. cearensis* que só ocorreram nesse trecho. Enquanto que *N. santafesinus*, *D. curvatus* e *D. frutosae* apresentaram maiores valores no trecho médio, os náuplios e copepoditos de ambas as ordens apresentaram os

menores valores nesse trecho. *Notodiptomus incompositus* foi mais abundante no trecho baixo.

Entre os locais, *M. ogunnus*, *T. decipiens*, *T. inversus* e *T. minutus* (macho) foram similares entre as zonas de montante e de barragem, porém superiores aos rios, e *N. henseni*, náuplios e copepoditos apresentaram abundâncias muito superiores nas regiões de montante e barragem dos reservatórios quando comparadas aos rios. *Argyrodiptomus azevedoi* esteve presente somente nos reservatórios, com abundância similar entre as regiões de montante e barragem. *Thermocyclops minutus* (fêmea) foi mais abundante nas regiões de barragem, seguido da região de montante, bem superiores aos rios. Por outro lado, somente *N. coniferoides* foi mais abundante nos rios. Por fim, *N. cearensis* e *N. iheringi* ocorreram somente nos reservatórios, com abundância similar entre as regiões. *N. santafesinus* foi a única espécie com abundância similar entre as regiões de barragem e rios.

Para as bacias, *A. robustus* (macho), *M. ogunnus*, *N. henseni* e *N. iheringi* foram mais abundantes no rio Paraná do que no rio Uruguai. *A. robustus* (fêmea), *N. incompositus* e *N. spiniger* foram mais abundantes no rio Uruguai do que no Paraná. *Notodiptomus cearensis* ocorreu somente no rio Paraná, e *N. coniferoides* foi mais abundante no rio Uruguai, embora só tenha ocorrido no trecho baixo, enquanto que *N. spinuliferus* foi mais abundante no rio Paraguai do que Paraná e Uruguai. *Thermocyclops minutus* apresentou menor valor no rio Uruguai. Náuplios e copepoditos foram mais representativos nos rios Paraná e Paraguai e, nesse último, *N. santafesinus*, *M. aspericornis*, *M. meridianus* e *M. anceps* apresentaram valores médios superiores aos outros rios.

Finalmente, entre os períodos, todas as espécies que apresentaram diferença significativa, além das formas imaturas, foram mais abundantes no verão.

Tabela 5. Valores da ANOVA (F, p) e resultados do teste de Tukey (> maior ou menor; >> forte diferença) gerados para verificar diferenças da abundância das espécies (M=machos; F=fêmeas), náuplios e copepoditos de ambas as ordens estudadas, entre trechos (alto=A; médio=M; baixo=B), locais (montante=M; barragem=B; rios=R), bacias hidrográficas (Paraná=PAR; Uruguai=URU; Paraguai=PAG) e períodos (verão=V; inverno=I).

	Trechos			Locais			Bacias			Períodos		
	F	p	Tukey	F	p	Tukey	F	p	Tukey	F	p	Tukey
ArobM	1,01	0,37	-	1,52	0,22	-	3,45	0,04	PAR>URU	0,14	0,71	-
ArobF	1,57	0,21	-	1,96	0,15	-	4,91	0,01	PAR<URU	0,33	0,57	-
MaspM	1,93	0,15	-	1,16	0,32	-	7,72	0,00	PAR=URU<PAG	1,00	0,32	-
MaspF	1,93	0,15	-	1,16	0,32	-	7,72	0,00	PAR=URU<PAG	1,00	0,32	-
MlocF	0,35	0,71	-	0,15	0,86	-	0,40	0,67	-	0,00	0,97	-

MmerM	0,18	0,83	-	1,03	0,36	-	4,21	0,02	PAR=URU<PAG	4,73	0,03	V>I
Mmer F	0,80	0,45	-	0,94	0,39	-	0,46	0,63	-	10,19	0,00	V>I
Mogu M	1,53	0,22	-	3,02	0,05	M=B	0,77	0,47	-	0,06	0,80	-
Mogu F	6,21	0,00	A	4,42	0,01	M=B	2,96	0,06	PAR	0,33	0,57	-
Manc F	0,16	0,85	-	3,03	0,05	-	9,83	0,00	PAR=URU<PAG	0,70	0,41	-
T dec M	5,94	0,00	A>M=B	6,53	0,00	M=B>R	0,06	0,94	-	1,81	0,18	-
T dec F	19,19	0,00	A>M=B	15,52	0,00	M=B>R	1,22	0,30	-	8,81	0,00	V>I
T inv M	0,09	0,91	-	1,59	0,21	-	0,12	0,89	-	0,80	0,37	-
T inv F	3,41	0,04	A>M=B	5,24	0,01	M=B>R	1,15	0,32	-	2,06	0,15	-
T min M	6,26	0,00	A>M>B	5,02	0,01	M=B>R	5,20	0,01	PAR>URU<PAG	0,05	0,82	-
T min F	6,56	0,00	A>M>B	7,31	0,00	M>R	3,78	0,03	PAR>URU<PAG	0,16	0,69	-
Aaze M	3,19	0,05	A	3,37	0,04	M>B	1,57	0,21	-	0,02	0,89	-
Aaze F	3,52	0,03	A	7,13	0,00	M>B	1,73	0,18	-	0,44	0,51	-
NceaM	4,88	0,01	A	3,41	0,04	M=B	2,55	0,08	-	3,68	0,06	V>I
NceaF	6,73	0,00	A	4,98	0,01	M=B	3,19	0,05	PAR	3,77	0,06	V>I
Ncon F	2,26	0,11	-	1,29	0,28	-	0,84	0,43	-	6,80	0,01	V>I
NcodM	2,08	0,13	-	12,34	0,00	M=B<R	18,35	0,00	PAR<URU>PAG	0,52	0,47	-
NcodF	0,30	0,74	-	3,42	0,04	M=B<R	9,32	0,00	PAR<URU>PAG	2,86	0,09	-
Nhen M	16,89	0,00	A>M>B	16,61	0,00	M>B>>R	10,24	0,00	PAR>URU=PAG	3,84	0,05	V>I
NhenF	20,64	0,00	A>M>B	18,35	0,00	M>B>>R	11,21	0,00	PAR>URU=PAG	4,36	0,04	V>I
Nihe M	10,41	0,00	A	9,81	0,00	M=B	6,35	0,00	PAR	0,46	0,50	-
Nihe F	19,21	0,00	A	14,67	0,00	M=B	9,27	0,00	PAR	4,24	0,04	V>I
Ninc M	12,88	0,00	A=M<B	0,09	0,92	-	22,75	0,00	PAR<URU	0,01	0,93	-
Ninc F	5,56	0,01	A=M<B	0,05	0,95	-	13,20	0,00	PAR<URU	0,03	0,87	-
Nsan M	3,41	0,04	M>B	4,46	0,01	R	3,57	0,03	PAR<PAG	2,61	0,11	-
Nspi M	1,71	0,19	-	0,08	0,92	-	1,21	0,30	-	4,56	0,04	V>I
Nspi F	2,20	0,12	-	0,30	0,74	-	3,85	0,03	PAR<URU	5,68	0,02	V>I
NspfM	0,39	0,68	-	1,30	0,28	-	10,62	0,00	PAR=URU<PAG	0,02	0,90	-
Nspf F	0,29	0,75	-	1,16	0,32	-	7,72	0,00	PAR=URU<PAG	1,00	0,32	-
Dcur M	5,26	0,01	A<M>B	1,53	0,22	-	0,38	0,69	-	0,13	0,72	-
Dcur F	4,78	0,01	A<M>B	1,66	0,20	-	0,35	0,71	-	0,14	0,70	-
Dfru M	5,32	0,01	A<M>B	1,59	0,21	-	0,38	0,68	-	0,01	0,93	-
Dfru F	4,10	0,02	A<M>B	1,93	0,15	-	0,30	0,74	-	0,00	0,97	-
NCy	11,74	0,00	A>M<B	6,41	0,00	M=B>R	4,73	0,01	PAR>URU<PAG	0,25	0,62	-
NCal	17,09	0,00	A>M<B	13,95	0,00	M=B>R	5,63	0,01	PAR>URU<PAG	1,41	0,24	-
CCy	18,92	0,00	A>M<B	15,84	0,00	M=B>R	2,27	0,11	-	4,42	0,04	V>I
CCal	31,39	0,00	A>M<B	28,16	0,00	M=B>R	7,52	0,00	PAR>URU<PAG	9,25	0,00	V>I

Nas correlações geradas entre a abundância das espécies de copépodes com as variáveis ambientais, foram consideradas somente as altamente significativas ($p < 0,01$) (Tabela 6). Com a profundidade, foram correlacionadas positivamente as espécies *T. decipiens*, *T. inversus*, *T. minutus*, *A. azevedoi*, *N. cearensis*, *N. henseni* e *N. iheringi*, além de náuplios e copepoditos e negativamente *M. mediasetosus*, *N. coniferoides* e *N.*

santafesinus. Com a clorofila, foram correlacionados positivamente *A. robustus*, *M. ogunnus*, *M. mendocinus* e *T. decipiens*.

Para a temperatura da água, apresentaram correlações positivas *T. decipiens* e copepoditos de Calanoida, enquanto que negativamente estiveram *M. albidus*, *M. laticornis*, *M. ceibaensis*, *N. suzanae* e *N. transitans*. Com a condutividade, positivamente foram correlacionados *M. meridianus*, *M. ogunnus*, *M. mendocinus*, *M. ceibaensis*, *A. falcifer*, *N. conifer*, *N. suzanae*, *N. transitans* e náuplio de Cyclopoida e negativamente *T. inversus* e *T. minutus*. O oxigênio dissolvido correlacionou-se positivamente com *M. laticornis* e negativamente com diversas outras espécies, mostradas na Tabela 6.

Em relação à transparência (Tabela 6), foram correlacionados positivamente *T. decipiens*, *T. inversus*, *T. minutus*, *A. azevedoi*, *N. cearensis*, *N. iheringi* e náuplios e copepoditos de ambas as ordens e negativamente apenas *N. coniferoides*.

Para o material em suspensão total (Tabela 6), foram correlacionados positivamente *M. mediasetosus*, *P. chiltoni*, *A. falcifer*, *N. coniferoides* e *N. santafesinus*, e negativamente *T. decipiens*, *T. inversus*, *T. minutus*, *A. azevedoi*, *N. cearensis*, *N. henseni*, *N. iheringi* e náuplios e copepoditos de ambas as ordens.

Tabela 6. Correlações de Pearson significativas entre a abundância das espécies de copépodes e variáveis ambientais.

	Prof.	Clor.	T°C água	Cond.	OD	Transp.	MST
Arob M		0,47; 0,00					
Arob F		0,38; 0,00					
Malb F			-0,37; 0,00				
Masp M					-0,39; 0,00		
Masp F					-0,39; 0,00		
Mmer M				0,33; 0,00	-0,42; 0,00		
Mmer F					-0,34; 0,00		
Mogu M		0,26; 0,01		0,40; 0,00			
Mlat F			-0,37; 0,00		0,26; 0,01		
Mmen M		0,49; 0,00		0,43; 0,00			
Mmen F		0,47; 0,00		0,48; 0,00			
Manc M					-0,40; 0,00		
Manc F					-0,28; 0,00		
Mcci F			-0,29; 0,00	0,25; 0,01			
Mfin F							
Mmed M							0,41; 0,00
Mmed F	-0,28; 0,00						
Pchil M							0,31; 0,00
Tdec M							-0,30; 0,00

Tdec F	0,32; 0,00	0,25; 0,01	0,30; 0,00		0,29; 0,00	-0,40; 0,00
Tinv M						-0,28; 0,00
Tinv F	0,26; 0,01		-0,30; 0,00		0,39; 0,00	-0,30; 0,00
Tmin M					0,55; 0,00	-0,34; 0,00
Tmin F	0,29; 0,00		-0,33; 0,00		0,60; 0,00	-0,38; 0,00
Aaze M	0,29; 0,00				0,40; 0,00	-0,25; 0,01
Aaze F	0,31; 0,00				0,42; 0,00	-0,27; 0,01
Afal F			0,28; 0,00			0,45; 0,00
Ncea M	0,27; 0,01			-0,32; 0,00	0,36; 0,00	-0,25; 0,01
Ncea F	0,28; 0,00			-0,31; 0,00	0,40; 0,00	-0,28; 0,00
Ncon M			0,34; 0,00			
Neon F				-0,28; 0,00		
Ncod M	-0,26; 0,01			-0,44; 0,00	-0,27; 0,01	0,40; 0,00
Neod F				-0,42; 0,00		
Nhen M	0,25; 0,01				0,38; 0,00	-0,41; 0,00
Nhen F	0,27; 0,01				0,43; 0,00	-0,42; 0,00
Nihe M	0,25; 0,01				0,39; 0,00	-0,32; 0,00
Nihe F	0,38; 0,00				0,43; 0,00	-0,42; 0,00
Nsan M	-0,32; 0,00				-0,29; 0,00	0,38; 0,00
Nsus M		-0,26; 0,01	0,26; 0,01			
Ntran F		-0,26; 0,01	0,26; 0,01			
NCy			0,28; 0,00		0,40; 0,00	-0,32; 0,00
NCal	0,25; 0,01				0,39; 0,00	-0,43; 0,00
CCy	0,39; 0,00			-0,28; 0,00	0,49; 0,00	-0,42; 0,00
CCal	0,45; 0,00	0,27; 0,01		-0,26; 0,01	0,49; 0,00	-0,52; 0,00

Discussão

O número de espécies encontrado nesse estudo (média=36 espécies) foi levemente superior à metade do total estimado pelo índice de Jackknife de primeira ordem para a bacia do Prata. O trabalho de José de Paggi & Paggi (2007) estimou um total de 87 espécies de copépodes apenas para o trecho médio do rio Paraná, na Argentina, e Lansac-Tôha et al. (2009) encontraram 43 espécies para a região do alto Paraná. Comparado a esses trabalhos de longa duração e com detalhada amostragem espacial, pode-se considerar que o nosso resultado possivelmente foi influenciado pela pontualidade das coletas e também pela baixa frequência temporal, o que se justifica pela inviabilidade logística da realização de mais coletas. Cabo et al. (2003) destacam a elevada influência sazonal sobre o plâncton no delta do rio Paraná, na região de desembocadura junto ao rio da Prata. Através de consultas a diferentes fontes bibliográficas (Ringuelet & Martínez de Ferrato, 1967; Paggi & José de Paggi, 1990; Lansac-Tôha et al., 2004, 2009; Silva, 2008) pode-se constatar a ocorrência de diversas outras espécies que não foram encontradas em nossas amostras, sendo provavelmente

superior ao número estimado por Jack1, a julgar pelas recentes descrições de espécies (Paggi, 2011; Perbiche-Neves et al., 2012 – prelo).

Em relação ao valor médio de espécies obtido em cada amostra, este pode ser considerado dentro do normal e próximo quando comparado a outros estudos realizados nessa mesma bacia (Bonecker et al., 2001; Casanova & Henry, 2004; Frutos et al., 2006; Nogueira et al., 2008). Em alguns pontos de amostragem com condições lóxicas e elevada turbidez mineral, ou eutrofização excessiva, foram encontradas poucas espécies, em alguns casos nenhum indivíduo adulto. Por outro lado, em uma mesma amostra foram encontradas até 16 espécies no trecho baixo do rio Paraná, com poucos indivíduos de cada espécie. Esse número de espécies encontrado em um ponto, parece não ser tão surpreendente. Segundo J. C. Paggi (*com. pessoal*) podem ocorrer até 10 espécies de Diaptomidae em apenas uma amostra coletada no trecho médio do rio Paraná, sem considerar os Cyclopoida. Diversos estudos de longa duração realizados no rio Paraná e em suas planícies de inundação apontam para a ocorrência de elevada riqueza, ao analisar trechos lóxicos e lagoas marginais, como Lansac-Tôha et al. (2004, 2009), José de Paggi & Paggi (2007). Ainda, estudos de curta duração nesses mesmos locais também registraram já elevados números de espécies, tais como Choueri et al. (2005) – 16 espécies - e Velho et al. (2001) – 16 espécies somente de Cyclopoida, ambos na planície de inundação do alto rio Paraná.

Em relação aos baixos valores de riqueza de espécies, puderam ser discriminados quatro tipos de ambientes: (i) com elevada turbidez e fluxo rápido de água, (ii) reservatórios com baixo tempo de residência e formato simples, (iii) reservatórios com tempo de residência muito elevado, formato dendrítico e oligo-mesotróficos e (iv) locais com eutrofização extrema.

Iniciando pelo último tipo, conforme destacado nos resultados, os dados foram contraditórios, não só ao se comparar os períodos de amostragem, como também levando em consideração alguns trabalhos recentes (Matsumura-Tundisi & Tundisi, 2005; Perbiche-Neves et al., 2007). Baixa riqueza foi observada no verão no ponto RPLA e no inverno no reservatório de Barra Bonita (BBON) e Foz do Areia (FARE). Nestes pontos houve uma dificuldade adicional na análise dos organismos devido à quantidade de algas presentes nas amostras. Nessas condições, havia poucas espécies em elevadas abundâncias: *N. incompositus* e *T. decipiens* no ponto RPLA e em FARE e *A. robustus*, *M. mendocinus* e *N. iheringi* em BBON, sugerindo ampla tolerância e dominância desses organismos às condições extremas de trofia. Por outro lado, quando

se diminui o grau trófico dos ambientes, deixando de ser eutrofização extrema, mas não de ser eutrófico, elevada riqueza de espécies pode ser encontrada, como o verificado no presente estudo no período oposto ao apontado acima com baixa riqueza. A eutrofização extrema pode ainda ocasionar ciclos reprodutivos irregulares das espécies de copépodes, como verificado por Perbiche-Neves et al. (2007). No reservatório de Barra Bonita, em que se tem um longo histórico de estudos, pode-se encontrar a dominância distinta de várias espécies em determinados períodos. Por exemplo, Santos-Wisniewski & Rocha (2007) apontaram a dominância de *M. ogunnus*, *T. decipiens* e *N. iheringi* em amostras de 1995; e Zaganini et al. (2012 – prelo) observaram a dominância de *M. mendocinus* na região de montante, em amostras coletadas em 2007. Em amostras pontuais, tanto espacial quanto temporalmente, espera-se encontrar poucas espécies de copépodes em locais muito eutróficos, entretanto, maior riqueza poderá ser verificada se ocorrer diminuição dessa eutrofização ou em estudos de longa duração ou com diversos pontos de amostragem, com efeito acumulativo de riqueza decorrente de uma maior amostragem.

Em relação à menor riqueza devido à elevada turbidez, esta ocorreu especialmente no trecho médio do rio Uruguai, onde também se verificou elevada velocidade de correnteza, elevada profundidade e ainda a ausência de planícies de inundação e lagoas marginais, as quais podem contribuir para o aumento de riqueza. A influência negativa da turbidez e da velocidade da água já foi apontada em outros trabalhos, como de Hynes (1970), Frutos (1998) e Casanova & Henry (2004). Tais condições atuam sobre as taxas de filtração e de respiração, além do comprometimento físico pela própria fragilidade desses organismos, interferem na dispersão dos indivíduos, no desenvolvimento do fitoplâncton, entre outros fatores.

Nos reservatórios de baixo tempo de residência e formato simples, a baixa riqueza também pode estar relacionada aos efeitos mencionados no parágrafo anterior: maior turbidez e velocidade da correnteza. Nesses reservatórios, as condições hidrológicas não permitem uma considerável sedimentação dos sólidos transportados pelos rios tributários, em contraste com reservatórios de elevado tempo de residência onde a transparência tende a ser maior. A velocidade da água também não favorece o desenvolvimento dos organismos, tanto dos copépodes quanto o do fitoplâncton, a principal base alimentar para muitas espécies. A relação de menor riqueza do zooplâncton em reservatórios de baixo tempo de residência e formato simples também

foi sugerida por Lansac-Tôha et al. (2005) e Perbiche-Neves & Nogueira (2010) e a menor abundância do fitoplâncton por Perbiche-Neves et al. (2011 – no prelo).

Por outro lado, baixas riquezas também foram encontradas em reservatórios com tempo de residência muito elevado, formato dendrítico e pouco produtivos, possivelmente devido a amostragem muito pontual em relação à área desses reservatórios, e também à estabilidade da dominância das espécies de copépodes, quando não há alterações abruptas no sistema, como em reservatórios eutróficos. Reservatórios com elevado tempo de residência possuem dinâmica similar a lagos, nos quais a diversidade exclusivamente planctônica tende a ser baixa (Bonecker et al., 2001), se não inclusas as zonas litorâneas nas amostragens (Maia-Barbosa et al., 2008). Riquezas elevadas ocorreram em reservatórios de tempo de residência intermediário, independente do estado trófico.

Comparando-se os trechos alto, médio e baixo das bacias analisadas, podemos verificar que no rio Paraná, maior riqueza e diversidade alfa H, em geral, ocorreram no trecho baixo, com acréscimo já no trecho médio. Porém, a diversidade alfa D, foi mais elevada no trecho alto do rio Paraná, sugerindo que a comunidade dessa região é menos homogênea do que nos trechos baixo e médio. Portanto, a primeira hipótese testada foi comprovada, com exceção da diversidade/dominância de Simpson – há menor dominância no trecho alto, embora com menor riqueza. Possivelmente no final do trecho considerado como alto da bacia do rio Paraná, na altura do rio Iguaçu, já ocorra dominância de mais espécies do grupo do sul do que do norte, ocasionando tal heterogeneidade. Através de alguns trabalhos pode se verificar que as espécies do sul atingem, embora em baixa abundância, a planície de inundação do alto rio Paraná, a cerca de 300 km ao norte (Choueri et al., 2005; Lansac-Tôha et al., 2009).

Para o rio Paraguai, em geral observou-se maiores valores de riqueza e diversidade H no trecho médio, por outro lado maior dominância também ocorreu nesse trecho. Esse resultado concorda com o observado por Frutos et al. (2006), que sugeriram haver o decréscimo de indivíduos no trecho baixo do rio Paraguai devido a entrada de tributários de origem andina, em especial o rio Bermejo, contribuindo para o aumento abrupto de material em suspensão na água. O Rio Paraguai se destacou pela elevada riqueza de Cyclopoida comparado aos demais rios, e certamente boa parte dessa riqueza atribui-se à grande quantidade de áreas alagáveis abundantes em macrófitas aquáticas, e também o deslocamento de bancos nos rios, proporcionando o recrutamento de animais associados a essas plantas.

Para as correlações geradas entre variáveis ambientais e a riqueza de espécies, merece destaque a correlação positiva da condutividade com a riqueza de Cyclopoida, além das correlações negativas geradas para os Calanoida. Diferente desses últimos, os quais parecem ser mais sensíveis a essa variável (Matsumura-Tundisi & Tundisi, 2003), Cyclopoida podem ser mais tolerantes ao aumento de condutividade com incremento de riqueza de espécies. Contudo, os Cyclopoida apresentaram correlação negativa com a concentração de oxigênio dissolvido, indicando também serem capazes de tolerar baixas concentrações dessa variável, resultado que corrobora as observações de Casanova & Henry (2004). Para Calanoida, houve decréscimo de riqueza conforme o aumento de clorofila e de variáveis indicativas de turbidez (a própria turbidez e as formas de material em suspensão), sugerindo que dessas espécies poucas são tolerantes dessas condições, como *N. incompositus* e *N. iheringi* para a clorofila e algumas espécies de *Notodiaptomus* dominantes nos trechos médio e baixo do rio Paraná (*N. dentatus*, *N. santafesinus*).

Em termos de abundância, a prevalência de indivíduos fêmeas sobre machos na ordem Cyclopoida foi também verificada. Embora haja a tendência de dominância de machos sobre as fêmeas na ordem Calanoida, esse fato não foi observado em todos os casos. Com isso, a importância de identificar as fêmeas de Calanoida é relevante, pois mesmo com a dificuldade na identificação, os resultados não são completos se ignorada essa importante parcela de indivíduos nas populações e, conseqüentemente, na biomassa que correspondente.

Para náuplios e copepoditos o padrão encontrado em diversos trabalhos foi corroborado, com maior abundância de náuplios de Cyclopoida sobre Calanoida, e dominância de copepoditos de Calanoida sobre Cyclopoida - mesmo com a exceção no inverno. Ambos os tipos de copepoditos foram mais abundantes no verão. Nogueira et al. (2008) mencionam resultados parecidos para a cascata do rio Paranapanema, assim como Silva & Matsumura-Tundisi (2002) para a cascata de reservatórios no rio Tietê. Entre os trechos, maiores abundâncias ocorreram nos trechos alto e baixo de cada grande rio estudado – reflexo possivelmente da maior velocidade de correnteza - já entre os locais, houve maior abundância nos reservatórios do que nos rios, e o rio Uruguai apresentou a menor abundância comparado aos rios Paraná e Paraguai.

Nas ANOVAs geradas para a abundância das espécies, de maneira geral pode-se separar as espécies com diferença significativa em três grupos. O primeiro grupo de espécies seria do trecho alto do rio Paraná – onde existem muitos reservatórios – sem

(*M.ogunnus*, *T. decipiens*, *T. inversus*, *N. cearensis*, *N. iheringi*) e com (*A. azevedoi*, *T. minutus*) diferença entre regiões de montante e de barragem, sendo que *N. henseni* atinge o trecho médio; o segundo com as espécies dos trechos baixo e médio do rio Paraná e Uruguai, em rios e reservatórios (*N. incompositus*, *N. spiniger*, *D. curvatus*, *D. frutosae* e *N. santafesinus*); e por fim uma única espécie típica de ambientes lóticos, distribuída em toda a bacia (*N. coniferoides*).

As espécies consideradas como típicas de reservatórios devem ser pesquisadas em sua relação com o grau trófico; por outro lado, a presença de *N. coniferoides* aponta condições livres de represamento. A ampla distribuição de *N. coniferoides* merece ser melhor estudada, pois trabalhos detalhados na sua morfologia desvendaram outra espécie muito parecida na Venezuela e as populações ao longo do continente podem ser comparadas. A ocorrência de *N. henseni* no rio Paraguai será novamente checada, visto a ampla ocorrência somente em reservatório registrada nesse estudo, embora já tenham sido feitos registros dessa espécie na Argentina (Ringuelet & Martinez de Ferrato, 1967).

As espécies *Thermocyclops decipiens* e *T. minutus* ocorreram em todos os tipos de ambientes e em toda a bacia, sendo mais abundantes no trecho alto. O gênero *Thermocyclops* possui forte relação com a temperatura (Reid, 1989), ocorrendo em áreas tropicais e subtropicais, e *T. decipiens* e *T. minutus* são amplamente distribuídos na região Neotropical.

A ocorrência de *M. ogunnus* e *A. robustus* também deve ser melhor investigada, os indícios apontam que são espécies introduzidas e sua área de dispersão tem aumentado.

A terceira hipótese foi comprovada com ressalvas, com maiores riquezas e abundâncias observadas nos ambientes mais produtivos e rasos, tais como no Rio da Prata – RPLA, Yaciretá e Barra Bonita. De fato isso ocorreu, porém, em períodos distintos – quando a riqueza foi muito baixa, e a abundância alta de poucas espécies. Possivelmente isso foi influenciado pela eutrofização intensa em determinados períodos nesses locais, disponibilizando muito alimento de que poucas espécies puderam utilizar e assim aumentar suas populações. Com isso, conclui-se que ambientes eutróficos rasos – tendência similar foi observada para o profundo reservatório de Foz do Areia/FARE - apresentam maior riqueza acumulativa quando comparado aos outros ambientes oligo-mesotróficos, contudo, a estrutura do plâncton em geral é instável e em determinado momento pode limitar a representatividade das assembléias.

Para Cyclopoida, três espécies do gênero *Thermocyclops* foram dominantes nesse estudo, ambas foram correlacionadas positivamente com a profundidade e a transparência e negativamente com o material em suspensão – indicando preferência por reservatórios/lagos. Também foi corroborada a tendência de bioindicadores apontada por trabalhos desenvolvidos no Brasil (Silva & Matsumura-Tundisi, 2005; Landa et al., 2007; Nogueira et al., 2008; Silva, 2011). Houve a dominância de *T. decipiens* sobre *T. minutus* em ambientes eutróficos e o contrário em ambientes oligotróficos. *T. decipiens* apresentou correlação positiva com a concentração de clorofila. Mais espécies foram correlacionadas positivamente com a clorofila e dominaram em ambientes eutróficos, podendo também ser úteis como indicadores desses sistemas, tais como *A. robustus*, *M. ogunnus* e *M. mendocinus*. Esses resultados corroboram em parte com os apresentados por Silva (2011) sobre o uso de Cyclopoida como bioindicadores, com a inclusão de *A. robustus*.

Algumas espécies de Calanoida apresentaram correlação significativa com a profundidade e a transparência e confirmaram sua preferência por reservatórios, tais como *A. azevedoi*, *N. cearensis*, *N. iheringi*, *N. henseni* e as formas imaturas. Por outro lado, *N. coniferoides* e *N. santafesinus* confirmaram a preferência por rios ou ambientes rasos.

Algumas espécies foram correlacionadas positivamente com o aumento de condutividade nos trechos médio e baixo dos rios Paraná e Uruguai (*M. meridianus*, *M. ogunnus*, *M. mendocinus*, *M. ceibaensis*, *A. falcifer*, *N. conifer*, *N. suzanae*, *N. transitans* e náuplio de Cyclopoida), e por parte dos Calanoida, diverge do encontrado por Matsumura-Tundisi & Tundisi (2003), podendo ser reflexo de aumento natural nesses trechos.

Esse trabalho conclui que a riqueza encontrada em apenas duas coletas é baixa, mas pode ser considerada satisfatória, incluindo metade das espécies do total estimado. Há grupos de espécies típicas de reservatórios e rios, e várias que podem ocorrer nos dois ambientes. Espécies de reservatórios são favorecidas por coluna de água mais profunda, maiores temperaturas, maior transparência e o oposto para aquelas típicas de rios ou que ocorrem em ambos os ambientes. Grupos de espécies bioindicadoras também foram apontados.

Agradecimentos

À FAPESP pelo apoio financeiro (processos 2008/02015-7 e 2009/00014-6); ao acessor científico pelas sugestões; e aos senhores J.R. Debastiani-Jr., D.A.O. Naliato, J.L. Portinho e à Srta. S. Casanova pelo auxílio nos trabalhos de campo.

Referências

- Agostinho, A.A.; Gomes, L.C. & Pelicice, F.M. 2007. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. Maringá: Eduem, 501p.
- Alekseev, V.R. 2002. Copepoda. In: Fernando, C.H. A guide to tropical freshwater zooplankton: Identification, ecology and impact on fisheries. Backhuys Publishers, London, p. 123-188.
- Bonecker, C.C.; Lansac-Tôha, F.A.; Velho, L.F.M. & Rossa, D.C. 2001. The temporal distribution patterns of copepods in Corumbá Reservoir, State of Goiás, Brazil. *Hydrobiologia*, vol. 453/454, p. 375-384.
- Boxshall, G.A. & Defaye, D. 2008. Global diversity of Copepods (Crustacea: Copepoda) in freshwater. *Hydrobiologia*, vol. 595, p. 195-207.
- Brehm, V.V. 1933a. *Argyrodiaptomus granulatus* nov. spec. ein neuer *Diaptomus* aus Uruguay. *Zoologischer Anzeiger*, vol. 103, p. 283-287.
- Brehm, V.V. 1933b. *Diaptomus thomsoni* nov. spec., ein merkwürdiger neuer *Diaptomus* aus Uruguay. *Zoologischer Anzeiger*, vol. 104: 221-224.
- Brehm, V.V. 1938. Nachträgliche Notizen zur Süßwasserfauna von Uruguay. *Zoologischer Anzeiger*, vol. 7, no. 1, p. 26-31.
- Cabo, L.; Puig, A.; Arreghini, S.; Olgún, H.F.; Seoane, R.; & Obertello, I. 2003. Physicochemical variables and plankton from the Lower Delta of the Paraná River (Argentina) in relation to flow. *Hydrological Processes*, vol. 17, p. 1279-1290
- Casanova, S.M.C. & Henry, R. 2004. Longitudinal distribution of Copepoda populations in the transition zone of Paranapanema River and Jurumirim Reservoir (São Paulo, Brazil) and interchange with two lateral lakes. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 64, no. 1, p. 11-26.
- Choueri, R.B.; Bonecker, C.C. & Dias, J.D. 2005. Spatial and temporal density variation of microcrustacean assemblages in different systems of the upper Paraná River floodplain (PR/MS-Brazil). *Acta Scientiarum. Biological Sciences: Maringá*, vol. 27, no. 3, p. 243-250.
- Dussart, B.H. & Frutos, S.M. 1985. Sur quelques Copépodes d'Argentine. *Hydrobiologia Tropical*, vol. 18 no. 4, p. 305-314.
- Dussart, B.H. & Frutos, S.M. 1986. Sur quelques Copépodes d'Argentine: 2. Copépodes du Paraná Medio. *Hydrobiologia Tropical*, vol. 19, no. 3-4, p. 241-262.

- Einsle, U. 1996. Copepoda Cyclopoida: Genera *Cyclops*, *Megacyclops*, *Acanthocyclops*. In: H.J.F. Dumont. Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. Backhuys Publishers: The Netherlands. 81 p.
- Frutos, S.M. 1998. Densidad y diversidad del zooplancton en los ríos Salado y Negro --Planicie del Río Paraná - Argentina. *Revista Brasileira de Biologia* [online], vol. 58, no.3, p. 431-444.
- Frutos, S.M.; Poi de Neiff, A.S.G. & Neiff, J.J. 2006. Zooplankton of the Paraguay River: a comparison between sections and hydrological phases. *Annales de limnologie - international journal of limnology*, vol. 42, p. 277-288.
- Hynes, H.B. 1970. The ecology of running water. Univ. Toronto Press, 555 p.
- José de Paggi, S. & Paggi, J.C. 1990. Zooplankton de ambientes lóticos e lênticas do rio Paraná médio. *Acta Limnologica Brasiliensia*, vol.3, p. 685-719.
- José de Paggi, S. & Paggi, J.C. 2007. Zooplankton. In: Iriondo, M.H.; Paggi, J.C. & Parma, M.J. (eds.). *The Middle Paraná River: Limnology of a Subtropical Wetland*. Berlin, Springer-Verlag, p. 229-249.
- Karaytug, S. 1999. Genera *Paracyclops*, *Ochridacyclops* and key to the Eucyclopinæ. In: H.J.F. Dumont. Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. Backhuys Publishers: The Netherlands, 217p.
- Kiefer, V.F. 1933. Süßwassercopepoden aus Brasilien. *Zoologischer Anzeiger*, vol. 105, p. 38-43.
- Kiefer, V.F. 1936. Über die Systematik der südamerikanischen Diaptomiden (Crustacea Copepoda). *Zoologischer Anzeiger*, vol. 116, no. 7/8, p. 194-200.
- Landa, G.G.; Barbosa, F.A.R.; Rietzler, A.C. & Barbosa, P.M. 2007. *Thermocyclops decipiens* (Kiefer, 1929) (Copepoda, Cyclopoida) as Indicator of Water Quality in the State of Minas Gerais, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, vol. 50, no. 4, p. 695-705.
- Lansac-Tôha, F.A.; Bonecker, C.C.; Velho, L.F.M. 2004. Composition, species richness and abundance of the zooplankton community. In: Thomaz, S.M.; Agostinho, A.A. & Hahn, N.S. (eds.). *The Upper Paraná River and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation*. Leiden: Backhuys Publishers, p. 145-190.
- Lansac-Tôha, F.A.; Bonecker, C.C. & Velho, L.F.M. 2005. Estrutura da Comunidade Zooplanctônica em Reservatórios. In: Rodrigues, L.; Thomaz, S.M.; Agostinho, A.A. & Gomes, L.C. (eds.). *Biocenoses em Reservatórios: Padrões Espaciais e Temporais*. São Carlos: Rima, p. 115-127.
- Lansac-Tôha, F.A.; Bonecker, C.C.; Velho, L.F.M.; Simões, N.R.; Dias, J.D.; Alves, G.M. & Takahashi, E.M. 2009. Biodiversity of zooplankton communities in the Upper Paraná

- River floodplain: interannual variation from long-term studies Brazilian Journal of Biology, vol. 69, no. 2, Suppl. 0, p. 539-549.
- Maia-Barbosa P. M.; Peixoto R. S. & Guimarães A. S. 2008. Zooplankton in littoral Waters of a tropical lake: a revisited biodiversity. Brazilian Journal of Biology, vol. 68, no. 4, Suppl., p. 1061-1067.
- Margurran, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton, Princeton University, 179p.
- Matsumura-Tundisi, T. 1986. Latitudinal Distribution of Calanoida Copepods in Freshwater aquatic Systems of Brazil. Revista Brasileira de Biologia, vol. 46 no. 3, p. 527-553.
- Matsumura-Tundisi, T. & Tundisi, J.G. 2003. Calanoida (Copepoda) species composition changes in the reservoirs of São Paulo State (Brazil) in the last twenty years. Hydrobiologia, vol. 504, p. 215-222.
- Matsumura-Tundisi, T. & Tundisi, J.G. 2005. Plankton richness in a eutrophic reservoir (Barra Bonita Reservoir, SP, Brazil). Hydrobiologia, vol. 542, p. 367-378.
- Nogueira, M.G.; Reis Oliveira, P.C. & Britto, Y.T. 2008. Zooplankton assemblages (Copepoda and Cladocera) in a cascade of reservoirs of a large tropical river (SE Brazil). Limnetica, vol. 27, no. 1, p. 151-170.
- Paggi, J.C. 2001. Clarification of the taxonomic status of *Notodiptomus anisitsi* (Daday, 1905) and related species, with description of a new species from Argentina (Crustacea: Copepoda: Diaptomidae). Hydrobiologia, vol. 453/454, p. 549-564.
- Paggi, J.C. 2011. A new species of the rare genus *Idiodiaptomus* Kiefer, 1936 (Copepoda, Calanoida, Diaptomidae) from northeastern Argentina. Crustaceana Monographs vol. 16, p. 1570-7024.
- Perbiche-Neves, G. & Nogueira, M.G. 2010. Multidimensional effects on cladoceran (Crustacea, Anomopoda) assemblages in two cascade reservoirs (SE - Brazil). Lakes & Reservoirs: Research and Management, vol.15, p. 151-164.
- Perbiche-Neves, G.; Boxshall, G.A.; Paggi, J.C.; Rocha, C.E.F.; Previattelli, D. & Nogueira, M.G. 2012 (submitted). Two new species of Diaptomidae (Crustacea: Copepoda: Calanoida) from the Neotropical Region (Paraná River). Journal of Natural History.
- Perbiche-Neves, G.; Ferreira, R.A. & Nogueira, M.G. 2011. (in press). Phytoplankton structure in two contrasting cascade reservoirs (Parapanema River, Southeast Brazil). Biologia 66/6: 1—, 2011, Section Botany.
- Perbiche-Neves, G.; Previattelli, D. & Nogueira, M. G. 2011 (in press). Record of *Argyrodiaptomus bergi* (Crustacea, Copepoda, Calanoida) after 36 years and first record in Brazil. Zoologia.
- Perbiche-Neves, G.; Serafim-Júnior, M.; Ghidini, A.R. & Brito, L. 2007. Spatial and temporal distribution of Copepoda (Cyclopoida and Calanoida) of an eutrophic reservoir in the

- basin of upper Iguaçú River, Paraná, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, vol. 19, no. 4, p. 393-406.
- Previattelli, D. 2006. Sistemática do gênero *Argyrodiaptomus* Brehm, 1933 (Crustacea, Copepoda, Diaptomidae). Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Amazonas – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Manaus, AM. 181p.
- Previattelli, D. 2010. Phylogeny and biogeography of the neotropical Diaptominae. PhD Thesis, Federal University of Amazonas – INPA, Manaus, AM, Brazil, 238p.
- R Development Core Team. 2009. A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria, R Foundation for Statistical Computing ISBN 3-900051-07-0, URL. Access in: <<http://www.R-project.org>> 15.04.2009.
- Reid, J.W. 1985. Chave de identificação para as espécies continentais sulamericanas de vida livre da ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda). *Boletim de Zoologia*, Universidade de São Paulo, vol. 9, p. 17-143.
- Reid, J.W. 1989. The distribution of species of the genus *Thermocyclops* (Copepoda, Cyclopoida) in the western hemisphere, with description of *T. parvus*, new species. *Hydrobiologia*, vol. 175, p. 149-174.
- Ringuelet, R.A. & A. Martínez de Ferrato, 1967. Notas sobre diatómidos argentinos (Crustacea, Copepoda). *Physis*, Buenos Aires, vol. 26, no. 73, p. 411-420.
- Rocha, C.E.F. 1998. New morphological characters useful for the taxonomy of genus *Microcyclops* (Copepoda, Cyclopoida). *Journal of Marine Systems.*, vol. 15, p. 425-431.
- Santos-Silva, E.N. 2000. Revisão das espécies do “*complexo nordestinus*” (Wright, 1935) de *Notodiaptomus* Kiefer, 1936 (Copepoda: Calanoida: Diaptomidae). Tese de Doutorado. São Paulo: Universidade de São Paulo/Instituto de Biociências, 196p.
- Santos-Wisniewsky, M.J. & Rocha, O. 2007. Spatial distribution and secondary production of Copepoda in a tropical reservoir. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 67, no. 2, p. 223-233.
- Silva, W.M. & Matsumura-Tundisi, T. 2002. Distribution and abundance of Cyclopoida populations in a cascade of reservoir of the Tietê River (São Paulo State, Brazil). *Verhandlungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, vol. 28, p. 667-670.
- Silva, W.M. & Matsumura-Tundisi, T. 2005. Taxonomy, ecology, and geographical distribution of the species of the genus *Thermocyclops* Kiefer, 1927 (Copepoda, Cyclopoida) in São Paulo State, Brazil, with description of a new species. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 65, no. 3, p. 521-31.
- Silva, W.M. 2003. Diversidade dos Cyclopoida (Copepoda, Crustacea) de água doce do Estado de São Paulo: taxonomia, ecologia e genética. Tese de doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 170p.

- Silva, W.M. 2008. Diversity and distribution of the free-living freshwater Cyclopoida (Copepoda:Crustacea) in the Neotropics. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 68, no. 4, p. 1099-1106.
- Silva, W.M. 2011. Potential use of Cyclopoida (Crustacea, Copepoda) as trophic state indicators in tropical reservoirs. *Oecologia Australis*, vol. 15, no. 3, p. 511-521.
- StatSoft, Inc. 2002. Statistica (data analysis software system), version 6.0 www.statsoft.com.
- Ueda, H. & Reid, J.W. 2003. Copepoda: Cyclopoida – Genera *Mesocyclops* and *Thermocyclops*. In: H.J.F. Dumont. Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. Backhuys Publishers: The Netherlands.
- Velho, L.F.M.; Lansac-Tôha, F.A.; Bonecker, C.C.; Bini, L.M. & Rossa, D. C. 2001. The longitudinal distribution of copepods in Corumbá Reservoir, State of Goiás, Brazil. *Hydrobiologia*, vol. 453, p. 385-391.
- Wright, S. 1927. A revision of the South American species of *Diaptomus*. *Transactions of the American Microscopical Society*, vol. 46, no. 2, p. 73-121.
- Wright, S. 1936. Preliminary reports on six new species of *Diaptomus* from Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, vol. 25, p. 79-86.
- Wright, S. 1938. A review of the *Diaptomusbergi* group, with descriptions of two new species. *Transactions of the American Microscopical Society*, vol. 57, p. 297-315.
- Zaganini, R.L.; Perbiche-Neves, G.; Naliato, D.A.O. & Carvalho, E.D. 2012. A escassez da composição e abundância do zooplâncton (Rotifera, Cladocera e Copepoda) na desembocadura de uma represa eutrófica (SP, Brasil) é reflexo da poluição? *Estudos de Biologia* (no prelo).

Capítulo 4

Limites de distribuição geográfica de copépodes Diaptominae (Crustacea: Calanoida) em uma grande bacia hidrográfica: estado atual e uma síntese de processos históricos

Gilmar Perbiche-Neves¹; Geoff A. Boxshall²; Carlos E. F. da Rocha³ & Marcos Gomes Nogueira¹

1. Instituto de Biociências, UNESP – Univ Estadual Paulista, Rubião Junior s/n, CEP 18618-000, Botucatu, São Paulo, Brasil. Email: gilmarpneves@yahoo.com.br Telephone: +55 14 38116268
2. The Natural History Museum – NHM, Department of Zoology, Cromwell Road London SW7 5BD, United Kingdom.
3. Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, Departamento de Zoologia, São Paulo, São Paulo, Brasil.

Abstract: It is described the current geographical boundaries of four genera of Diaptominae in the La Plata River Basin, the second largest of South America and fourth of the world, and we suggest that the speciation of these organisms in the continent had an old origin in late Cretaceous and occurred naturally. The colonization from the Panamá Isthmus in Miocene was not the main factor of the high diversity, and we did not found a decrease gradient in direction to the high latitudes, suggesting the Brazilian shield as an old and large unit of diversity. Probably many species of la Plata basin remained in more favorable areas during the changes – the high mutation rates in Diaptominae favors speciation in geographical areas separated by hydrographic basins and climate. With correspondence canonical analysis between the abundance of Diaptominae species and environmental variables of 43 sampling stations along the La Plata Basin, three groups of species were pointed in this study for the Brazilian shield: (1) *nordestinus* group from *Notodiaptomus* genus - Brazilian shield – from the northeast and east of Amazonia until north of Paraná River Basin, can be divide in two subgroups; (2) Argentinean fauna – other species of *Notodiaptomus* and *Argyrodiaptomus* are dominant in middle stretches of Paraná and Uruguai Rivers, with boundary in the north of Brazilian high lands of Paraná and Santa Catarina States, and

the end in the high stretch of the Paraná River; (3) endemic species – genera *Odontodiaptomus* and “*Diaptomus*”, and others not found in the study but known from the Brazilian shield, such as *Scolodiaptomus*, *Idiodiaptomus*, *Austrinodiaptomus*, etc., restricted to a maximum of 1,000km and with morphological anomalies. Of 24 species found, only one occurred along all basin (*Notodiaptomus coniferoides*) and in the continent, exhibiting large plasticity. Due to the fact that the genera of America Central and north of Amazonia are very different compared to the Brazilian shield genera, we question the colonization of the ancestral from Nearctic region, through the Panamá Isthmus in the Miocene, and we propose that for several genera with “anomalies” it is an older event. There was and there will be changes in the Diaptominae fauna, and studies with molecular tracers are necessary to detect the correct time of speciation of each species.

Key-words: plankton, “La Plata” River Basin, marine incursions, river, reservoir.

Resumo: Descreve-se os limites atuais de distribuição geográfica de quatro gêneros de Diaptominae na bacia do rio da Prata, a segunda maior da América do Sul e décima do mundo Sugere-se que a especiação desses organismos no continente teve origem antiga no Cretáceo superior e se deu gradativamente. A colonização pelo istmo do Panamá no Mioceno não foi o principal fator da elevada diversidade, e não houve gradiente latitudinal de diminuição de espécies em direção as maiores latitudes, sugerindo que o escudo brasileiro é uma grande e antiga unidade de diversidade. Possivelmente várias espécies da bacia do Prata se refugiaram em áreas mais favoráveis durante as mudanças - as altas taxas de mutação em copépodes Diaptomidae proporcionam especiação em áreas geográficas delimitadas por bacias hidrográficas e climas particulares. Com análise de correspondência canônica entre a abundância das espécies de Diaptomidae e variáveis ambientais de 43 locais ao longo da bacia do Prata, três grupos de espécies foram apontados nesse estudo para o Escudo Brasileiro: (1) grupo *nordestinus* do gênero *Notodiaptomus* – escudo brasileiro – do nordeste e leste da Amazônia até o norte da bacia do rio Paraná, podendo ser divididos em dois sub-grupos; (2) fauna Argentina – outras espécies de *Notodiaptomus* e *Argyrodiaptomus* dominantes nos trechos médios e baixos dos rios Paraná e Uruguai, tendo como limite de distribuição ao norte os planaltos dos estados brasileiros do Paraná e Santa Catarina e o final do trecho alto do rio Paraná; (3) espécies endêmicas – gêneros *Odontodiaptomus* e “*Diaptomus*”, além de outros não encontrados no estudo, embora conhecidos no escudo brasileiro, como

Scolodiptomus, *Idiodiptomus*, *Austrinodiptomus*, etc., restritas a uma área dificilmente superior 1,000km e com anomalias morfológicas. Das 24 espécies encontradas, somente uma ocorreu ao longo de toda a bacia (*Notodiptomus coniferoides*) e continente, aparentemente com elevada plasticidade. Pelo fato dos gêneros da América Central e do norte da Amazônia serem bem diferentes dos presentes no escudo brasileiro, questionamos a vinda do ancestral dos Diaptominae da região Neártica através do istmo do Panamá no Mioceno e propomos que para diversos gêneros com “anomalias” trate-se de um evento mais antigo. Houve e haverá mudanças na fauna de diaptomídeos e estudos com marcadores moleculares são necessários para avaliar o tempo correto de especiação de cada espécies.

Key-words: plankton, “La Plata” River Basin, marine incursions, river, reservoir.

Introdução

A bacia do rio da Prata é a quarta maior do mundo e a segunda maior na América do Sul, depois da Amazônica. Nessa bacia situa-se atualmente 50% da população desse continente, e a área de 1.397.905km² da bacia abrange 5 países. Sua formação é antiga, tendo se desenvolvida entre o Paleozóico e o Mesozóico. Com exceção de poucos rios tributários (e.g. Rios Bermejo e Pilcomayo), a bacia do rio da Prata nasce e percorre metade do escudo brasileiro, composto por rochas antigas datadas do Paleozóico. Nos trechos médio e baixo dessa bacia há uma grande bacia sedimentar, mais recente, a qual esteve sujeita a diversas incursões marinhas.

No supercontinente Gondwana, a América do Sul iniciou sua separação da África no início do Cretáceo (170-180 MYA). Nesse trabalho, acredita-se na hipótese de que os Diaptomidae surgiram entre um longo intervalo de tempo (160-37MYR), resultando na elevada diversidade e alto endemismo na bacia do rio da Prata, a partir de uma origem antiga. A contínua separação do supercontinente (Scotese et al., 1988) provavelmente deu origem a diferentes populações delimitadas por vários tipos de climas (Sanmartín & Ronquist, 2004) e de ambientes, incluindo bacias hidrográficas distintas e áreas de refúgio em altitudes elevadas. Durante todos os processos históricos envolvendo extinções em massa desses organismos, como glaciações, incursões marinhas, trocas climáticas, quedas de meteoros, vulcanismos, etc., grupos de espécies viveram em grandes porções de terras no escudo brasileiro.

Boxshall & Defaye (2008) mencionam 82 espécies de copépodes Diaptomidae na região Neotropical, menos do que na região Paleártica (144 species), mas próximo das

regiões Neártica, Afrotropical e Oriental, e muito superior a região Australásia (2 espécies). Por outro lado, na Australásia há o maior grupo de espécies de Centropagidae (47 espécies) – uma outra família de Calanoida – seguida pela região Neotropical (22 espécies), sugerindo que no início da separação da Austrália da Antártida (90 MYA), Centropagidae divergiu e tornou-se dominante na Austrália sobre Diaptomidae e nesse tempo o continente derivou bastante rápido em direção à Ásia. No final da separação entre a Antártida e a América do Sul no Oligoceno (30-28 MYA) (Sanmartín & Ronquist, 2004), a abertura da passagem de Drake permitiu o estabelecimento da corrente circumpolar Antártida, resultando na primeira glaciação desse continente, após um período de clima mais quente e temperado.

Provavelmente, a complexa distribuição e evolução de Diaptomidae apontadas por vários autores (Boxshall & Defaye, 2008; Santos-Silva, 2008; Previattelli, 2010), é devida às interações acumulativas de várias épocas e a atual situação deve-se ao tectonismo do Mioceno (Boxshall & Jaume, 2000), Plioceno (Suárez-Morales, 2003), até as glaciações do Pleistoceno (Thum & Harrison, 2008; Willet & Ladner, 2009).

Para a América Central, na península de Yucatan, Suárez-Morales (2003) sugere que a diversidade de Diaptomidae é recente, do Plioceno, e provavelmente a fauna da América do Sul divergiu de um ancestral próprio, contrariando o proposto por Boxshall & Jaume (2000), que apontaram que a colonização na América do Sul veio da região Neártica, a partir do norte da América do Sul, através da formação do Istmo do Panamá no terciário, no Plioceno. Suárez-Morales (2003) justifica sua posição oposta considerando que o Istmo do Panamá foi formado após as regressões marinhas e dos oceanos epicontinentais – sobre a atual Amazônia e parte da bacia do Prata - entre o Mioceno e o Plioceno ($\pm 5\text{Myr}$), quando as incursões marinhas variaram em torno de 100m e tiveram duração de 800.000 anos (Nores, 1999), suportando também a ausência de espécies Neárticas ou seus parentes na América do Sul, exceto na parte do extremo norte. Contudo, Boxshall & Jaume (2000) destacam no mínimo quatro ondas de colonização mundiais de Diaptomidae.

Thum & Harrison (2008) e Willet & Ladner (2009) mencionam que os diaptomídeos norte-americanos exibem altas taxas de mutação genética e de divergência. Alguns desses resultados foram encontrados entre populações de diaptomídeos em poças com distância de apenas 60km, podendo expressar características fenotípicas ou não (Lee & Frost, 2002; Dodson et al., 2003). Thum & Harrison (2008) encontraram divergências com mais de 15% nas seqüências de

mtDNA de três grupos de populações de *Skistodiptomus pallidus*, sugerindo divergências intraespecíficas entre as morfoespécies a partir do Pleistoceno.

Para outros metazoários como peixes da América do Sul, pesquisadores sugeriram eventos evolutivos mais recentes no Mioceno – 23 – 5 MYR (Hubert & Renno, 2006; Albert et al., 2006) e eventos antigos para ampla fauna no hemisfério Sul (Sanmartín & Ronquist, 2004), a partir de colonizações pelo sul através da Austrália via Antártida durante a divisão da Gondwana (entre o Cretáceo e o Terciário – 65 MYR), quando o clima era temperado e quente na Antártida.

Todas as grandes bacias hidrográficas da América do Sul exibem elevadas riquezas de espécies de Diptomidae, baseado em estudos intensos quanto a escalas temporais num mesmo local, porém pouco estudados ainda quanto à macro escala. Entre as espécies, elevada porcentagem se refere às espécies endêmicas, restritas em determinadas latitudes, tipos climáticos, biomas, bacias hidrográficas, diferentes altitudes, entre outras e, por outro lado, menos espécies são amplamente distribuídas pelo continente, exceto no escudo brasileiro. Para espécies de ampla distribuição, os registros foram feitos na bacia amazônica e da Prata, e um grupo de espécies de alguns gêneros distribui-se desde o nordeste até as regiões sudeste e sul do Brasil. A princípio, somente *Notodiptomus coniferoides* e *Notodiptomus conifer* distribuem-se numa larga faixa latitudinal, aproximadamente ao longo de 4.000km.

Nesse estudo nós apresentamos os limites atuais de distribuição de Diptominae – uma subfamília de Diptomidae, na bacia do rio da Prata, com base em um extenso trabalho amostral de campo. Apresentamos a hipótese de que os ancestrais das espécies de diptomídeos sul-americanos sofreram antiga alopatria no terciário, possivelmente devido a eventos globais como contínuas incursões marinhas, tectonismo e mudanças climáticas, em sucessivos processos até o presente, resultando em elevado endemismo de algumas bacias hidrográficas ou áreas particulares e poucas espécies amplamente distribuídas. Na principal formação geológica em que a bacia do Prata está inserida, o escudo brasileiro, acreditamos que esse foi o principal refúgio evolutivo para um grande número das espécies de diptomíneos sul-americanos, em diferentes épocas, análoga e embasada em teorias dos refúgios climáticos (Whitemore & Prance, 1987), dos refúgios em rios (Haffer, 1997) e dos museus (Nores, 1999). Provavelmente os gêneros raros pouco estudados e que possuem poucas espécies, são antigos devido a alta diferenciação morfológica, em contraste por exemplo, com o gênero *Notodiptomus* o qual é o mais especioso e melhor distribuído no escudo brasileiro, sendo mais recente devido à baixa

diferenciação morfológica, desconsiderando os problemas taxonômicos existentes nesse gênero.

Material & Métodos

Os resultados foram obtidos através de amostragens de zooplâncton em dois períodos (no verão – janeiro e fevereiro de 2010 - e no inverno –junho e julho de 2010), em 43 pontos de amostragem ao longo da bacia do rio da Prata (Figura 1), em trechos lóticos e reservatórios (zonas de barragem e de montante). As amostragens abrangeram toda a bacia, nos trechos alto, médio e baixo, bem como cada principal rio tributário formador da bacia.

No canal central de cada ponto de amostragem (Figura 1), foram obtidas amostras através de arrastos verticais de rede cônica de zooplâncton de 68µm de abertura de malha. Com o catálogo de espécies de Diptominae de cada ponto de amostragem, os dados foram analisados na escala especial através de mapas. A distribuição especial também foi analisada através de análise de correspondência canônica – ACC com 1.000 permutações, para correlacionar e caracterizar as espécies com 14 variáveis ambientais obtidas em cada ponto. Foi utilizado o programa “R Cran Project”. A metodologia completa da obtenção e análise das variáveis ambientais estará sendo publicada em paralelo.

Uma síntese histórica com mapas foi feita e também um esquema ilustrativo com fotos de microscopia eletrônica de varredura – MEV (metodologia de Felgenhauer, 1987 e Huys & Boxshall, 1991) mostrando possíveis relações entre as pernas 5 de machos de algumas espécies da bacia do Prata.

Resultados & Discussão

As espécies encontradas podem ser divididas em três grandes grupos – norte, médio e sul (Figura 1, Figura 2, Figura 3). Nos grupos norte e sul, há dois subgrupos, o norte mais diferenciado do que o sul (Figura 3). Fora da área da bacia estudada, não há dados suficientes para determinar o limite exato de distribuição para a maioria das espécies.

Nos locais específicos em que as espécies foram encontradas (Figura 2, Tabela 1), outra tendência foi revelada: um grupo de espécies do norte (*N. cearensis*, *A. azevedoi*, *N. iheringi*, *N. henseni*) foi encontrado somente em reservatórios. Na análise de

correspondência canônica (Figura 3) essas espécies foram correlacionadas com a transparência da água e profundidade, indicativas dos reservatórios da porção alta da bacia do rio Paraná. O grupo médio foi o único com a mistura de espécies típicas de trechos lóticos e de reservatórios e na Figura 2 podemos ver a distribuição no trecho médio de *D. frutosae*, *D. curvatus*, *N. coniferoides* e *N. santafesinus*. O grupo do sul foi correlacionado com material em suspensão total, turbidez, clorofila e nutrientes, sendo representado pela dominância de *N. incompositus*, *N. spiniger* e *N. anisitsi*.

As espécies encontradas podem ter sido mais influenciadas pelo clima do que pelas bacias hidrográficas. Na Figura 1 está destacada a temperatura média anual do estado do Paraná (Brasil) e também as divisões climáticas neste estado e a bacia hidrográfica em questão. As espécies dominantes no sul do estado do Paraná, no rio Iguaçu (*N. incompositus*, *N. spiniger*), são diferentes das espécies do norte desse estado, no rio Paranapanema (*N. henseni*, *N. iheringi*). Embora as temperaturas do ar e condições pluviométricas em geral tendam a ser similares no verão em toda a bacia, no inverno ocorre um grande contraste de temperatura da água entre os extremos norte e sul, com aproximadamente um contraste de 15°C. Nos estados brasileiros do Paraná e Santa Catarina, o inverno é mais severo com ocorrência de geadas e temperatura da água entre 10-15 °C, provavelmente dividindo os grupos de espécies do norte e do sul.

Possivelmente essa mesma ideia de divisão climática não pode ser responsável pela ocorrência dos dois subgrupos no norte: *A. azevedoi* e *N. cearensis* separados de *N. henseni* e *N. iheringi* (Figura 2, Figura 3). O primeiro subgrupo é dominante no extremo trecho alto da bacia do rio Paraná, e escasso depois dos rios Tietê e Paranapanema – ainda na porção norte – onde *N. iheringi* e *N. henseni* são dominantes. Essas quatro espécies são bem distribuídas na região nordeste do Brasil em temperaturas elevadas e, para esse caso, processos biológicos como competição podem limitar o desenvolvimento dessas espécies. Os reservatórios analisados possuem diferentes condições limnológicas, mas nenhuma delas em separado pode ser apontada como variável chave. Na Figura 2 foram selecionadas as distribuições geográficas de alguns gêneros para mostrar os limites de distribuição. Na Figura 3 estão as análises de correspondência canônica com a distribuição geográfica das espécies.

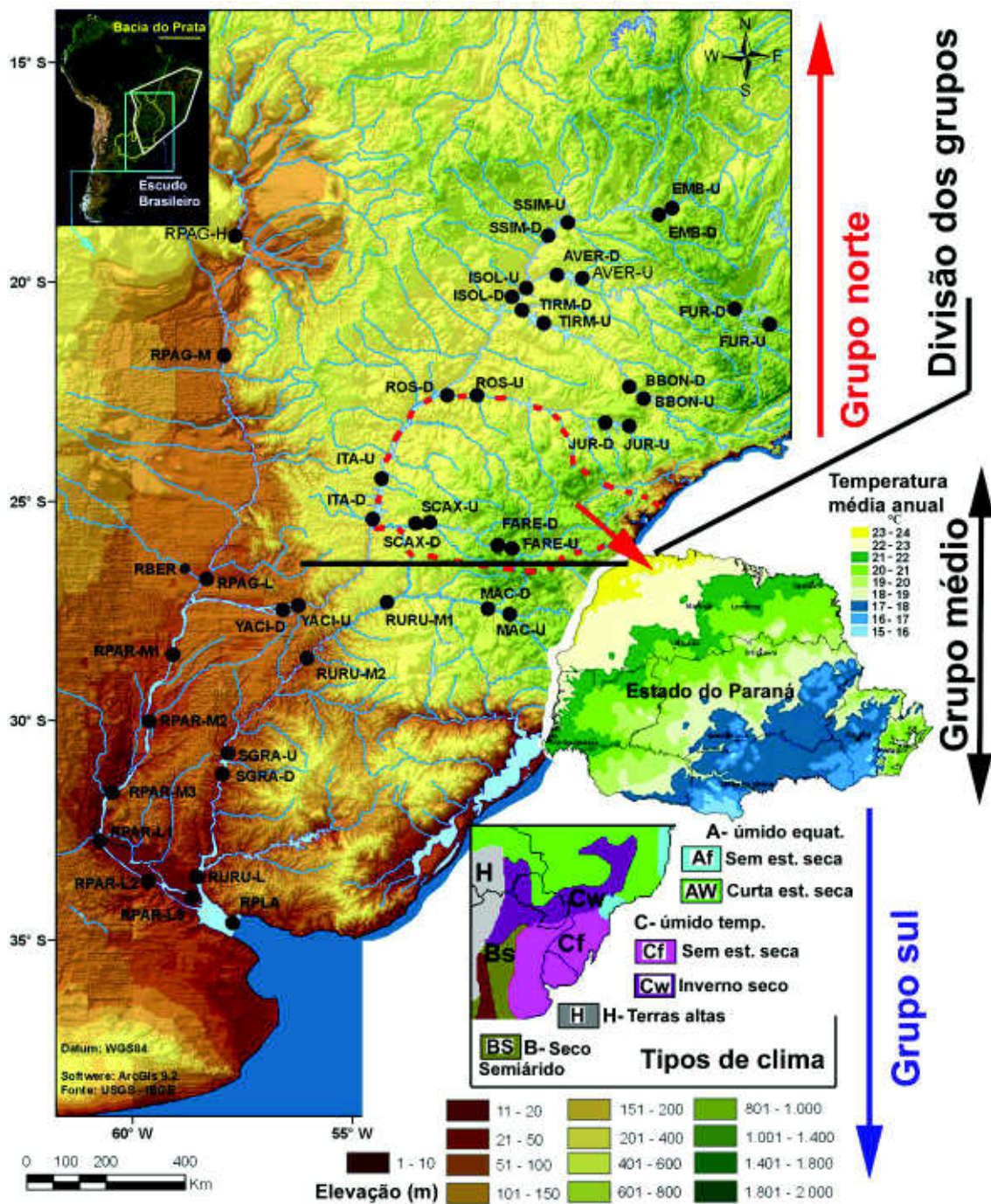


Figura 1. Pontos de amostragem do presente estudo em um mapa altimétrico, com os limites de distribuição dos principais grupos sobre os rios Iguaçu e trecho alto do rio Uruguai; mapa de temperatura média anual do estado brasileiro do Paraná e mapa climático sobre a bacia estudada.

Tabela 1. Grupos, subgrupos e espécies encontradas na bacia do Prata, em suas respectivas estações de amostragem. Os números referentes aos subgrupos indicam a ocorrência da mesma espécie em outro grupo.

Grupos	Sub-grupos	Espécies	Pontos
Norte	1	<i>Argyrodiaptomus azevedoi</i>	EMB, SSIM, BBON, TIRM, ISOL, ITA-D
	1	<i>Notodiaptomus cearensis</i>	EMB, SSIM, AVER-U, ISOL, BBON, TIRM
	2	<i>Notodiaptomus iheringi</i>	EMB, SSIM-D, FUR, AVER-D, ISOL, BBON, TIRM, ROS-U, ITA-U, FARE, SCAX-D
	2/3	<i>Notodiaptomus henseni</i>	EMB-D, SSIM, FUR, AVER, ISOL, BBON-U, TIRM, JUR, ROS, SCAX, ITA, RPAG-M
	2/3	<i>Notodiaptomus conifer</i>	BBON, JUR-U, RPAG-H,
	2/3	<i>Notodiaptomus spinuliferus</i>	RPAG-H, RPAG-M, FUR-U, MAC-U
	4	<i>Notodiaptomus coniferoides</i>	RPAG-H, M, L, YACI-D, RPAR-M2, M3, RPAR-L2, L3
Médio	2/3	<i>Argyrodiaptomus furcatus</i>	FARE-D, YACI-D
	2/3	<i>Notodiaptomus henseni</i>	YACI
	2/3	<i>Notodiaptomus conifer</i>	RPAR-L1, RPAR-L2
	2/3	<i>Notodiaptomus isabelae</i>	YACI, RPAR-M1, M2, RPAG-L
	2/3	<i>Notodiaptomus transitans</i>	RPAR-L2, L3
	3	<i>"Diaptomus" frutosae</i>	YACI, RPAR-M2
	3	<i>"Diaptomus" curvatus</i>	YACI, RPAR-M1, M3
	3/5	<i>Notodiaptomus dentatus</i>	YACI-D, RPAR-M3, RPAR-L1
		<i>Notodiaptomus santafesinus</i>	RPAG-M, RPAG-L, RPAR-M1, M2, M3, RPAR-L2
	3/5	<i>Notodiaptomus carteri</i>	RPAR-L1, L2
	3/5	<i>Notodiaptomus incompositus</i>	FARE, SCAX, YACI-U, RPAR-L1, L2, L3, RPLA, MAC, RURU-M1, M2, SGRA, RURU-L
	3/5	<i>Notodiaptomus spiniger</i>	FARE, RPAR-M1, RPAR-L1, L2, MAC, SGRA
3/5	<i>Notodiaptomus anisitsi</i>	FARE, RPAR-M1, RPAR-L1, SGRA, RURU-L	
Sul	3/5	<i>Notodiaptomus suzanae</i>	RPAR-L1, L3
	5	<i>Argyrodiaptomus denticulatus</i>	SGRA-D, RURU-L
	5	<i>Argyrodiaptomus falcifer</i>	RPAR-M2, RPAR-L1, L2
	5	<i>Odontodiaptomus thomseni</i>	SGRA



Figura 2. Mapas de distribuição geográfica de algumas espécies de Diptominae encontradas no presente estudo. As espécies estão incluídas nos seguintes grupos: norte = *A. azevedoi*, *N. cearensis*, *N. henseni*, *N. iheringi*; Médio = *D. curvatus*, *D. frutosae*; Médio que atinge o sul = *N. dentatus*, *N. santafesinus*; Sul = *A. denticulatus*, *N. anisitsi*, *N. incompositus*, *N. spiniger*, *O. thomsoni* e espécies amplamente distribuídas = *N. coniferoides*, *N. conifer* e *N. isabellae*.

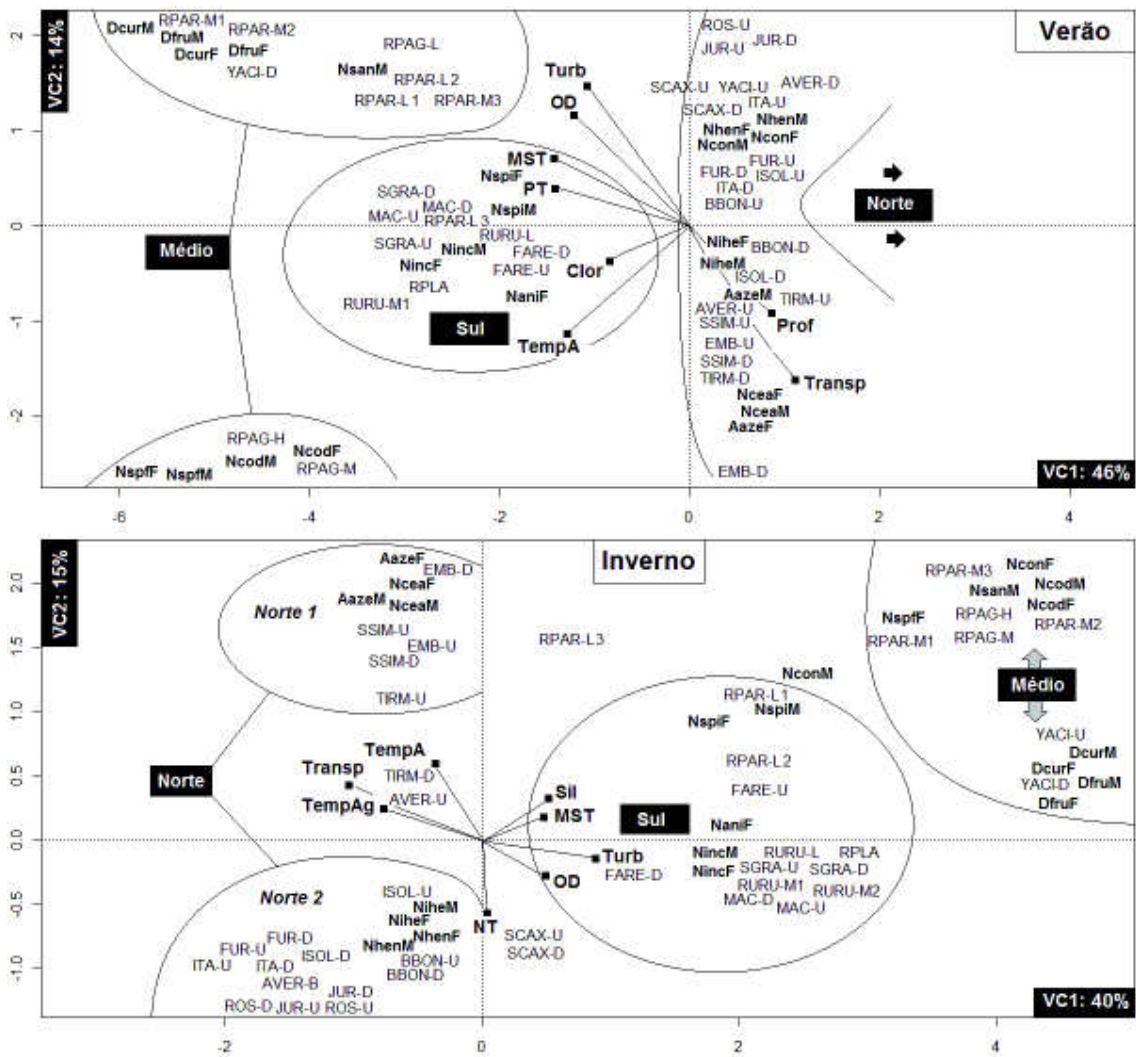


Figura 3. Ordenação espacial das espécies de Diaptominae encontradas na bacia da Prata, separadas em diferentes grupos e correlacionados com variáveis ambientais, através de análise de correspondência canônica.

O gradiente de redução de espécies em direção ao sul (Previattelli, 2010) não foi observado e elevada riqueza foi encontrada no trecho baixo. Embora ainda pouco estudada, Previattelli (2010) encontrou 24 espécies endêmicas para a bacia Amazônica e sugeriu essa bacia como a mais rica na região Neotropical. Devido seu tamanho, possivelmente é a mais rica, mas somente no nosso estudo, encontramos 14 espécies endêmicas, e se adicionarmos as espécies raras ou ainda não descritas, esse número pode superar 30 ou mais espécies. Espécies raras e novas espécies têm sido descritas atualmente para o rio Paraná (Paggi, 2011; Perbiche-Neves et al., 2011 – no prelo).

Muitas espécies do nosso estudo mostraram distribuição geográfica similar a “track-analysis” de Previattelli (2010), através de checagem em coleções de museus e bibliografia. Algumas espécies do gênero *Notodiptomus* do trecho alto da bacia da Prata apresentam ampla distribuição. Corroborando com Previattelli (2010), um grupo de espécies do nosso estudo ocorre no norte (desde o médio rio Amazonas – *N. henseni*) e nordeste do Brasil (*N. iheringi*, *N. cearensis*), outro no sul da bacia, podendo ser chamado de fauna Argentina/Uruguia porque grande parte ocorre nesses países (*N. incompositus*, *N. carteri*, *N. dentatus*, *N. transitans*, *N. santafesinus*) e ainda três espécies ocorrem em toda a bacia, com registros no norte do Brasil, nordeste e sudeste, além do trecho médio do rio Paraná na Argentina (*N. coniferoides*, *N. conifer* e *N. isabelae*).

Na Figura 4 tentamos mostrar as diferenças e similaridades entre alguns gêneros encontrados no nosso estudo. Especialmente devido às pequenas diferenças morfológicas, por exemplo, na perna 5 de machos, provavelmente o gênero *Notodiptomus* possui especiação mais recente a partir do escudo brasileiro, tornando-se dominante em uma grande área. As espécies do grupo norte parecem ser favoráveis ao clima tropical com estação seca, atingindo os limites de distribuição no clima subtropical, sendo que grande parte do escudo brasileiro apresenta esse tipo de clima. Com exceção de algumas espécies incluídas erroneamente no gênero *Notodiptomus* (por exemplo, *N. spiniger*, *N. anisitsi* – opinião do primeiro autor), o grupo sul pode ter derivado de outras linhagens do sul do escudo brasileiro, menos similar do que o grupo norte.

O gênero *Argyrodiaptomus* é um dos mais basais, assim como *Rhacodiaptomus* da bacia amazônica (Previattelli, 2010). As espécies de *Argyrodiaptomus* sempre possuem características comuns na perna 5 (Figure 4), como o formato geral do último segmento da perna direita e a presença de pequenos espínulos ou tubérculos – importantes características que sugerem serem mais antigos que *Notodiptomus*, porém não tanto quanto aos gêneros com poucas espécies. O gênero *Argyrodiaptomus* foi bem sucedido por apresentar elevada diversidade, desde a Amazônia até o final da bacia da Prata.

Por outro lado, gêneros com poucas espécies, por exemplo, *Odontodiptomus*, “*Diaptomus*” – designação de gêneros desconhecidos e que poucos pesquisadores tem se arriscado a criar novos gêneros sujeitos à críticas - *Scolodiaptomus*, *Idiodiaptomus*, etc.,

geralmente mostram algumas anomalias em sua morfologia. Na Figura 4 constam duas espécies de “*Diaptomus*” e de *Odontodiaptomus*, ambas com complexas pernas 5. Esses organismos possivelmente tiveram ancestrais mais antigos do que os gêneros mais basais, devido quase sempre serem escassos nas amostras e ocorrerem em áreas mais restritas. Esses gêneros podem não ter sido tão bem sucedidos em processos alopátricos, com espécies extintas em determinados eventos.

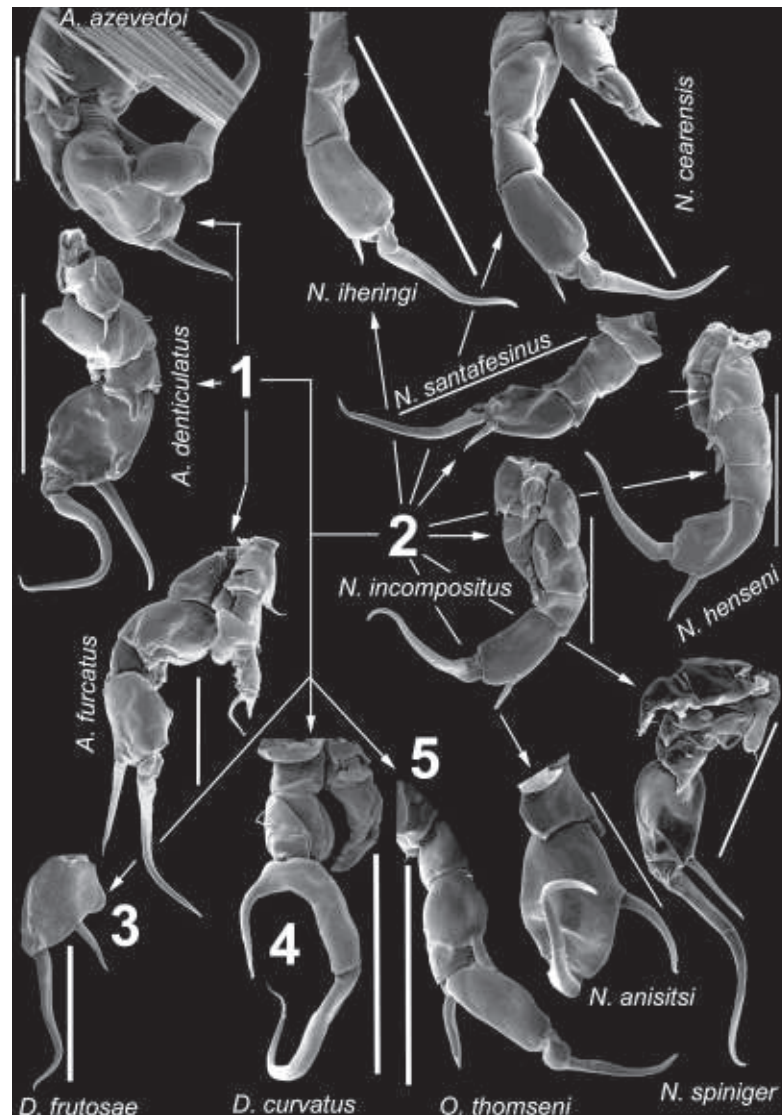


Figura 4. Esquema simples das pernas 5 de machos mostrando similaridades e diferenças entre quatro gêneros encontrados no nosso estudo, apontando os gêneros mais especiosos (*Argyrodiaptomus* e *Notodiaptomus*) e algumas espécies encaixadas em gêneros pouco especiosos.

Tentamos fazer uma síntese geral da evolução de Diaptominae na América do Sul (Figura 5). O oceano epicontinental dentro desse continente, adjacente à cordilheira dos

Andes, apresentava, aproximadamente 200km de largura (Hubert & Renno, 2006). No final do Cretáceo (Figure 5) ele se estendia desde o atual lago Maracaibo até a o atual trecho médio do rio Paraguai, nos arcos Archiplata e Purus. O escudo brasileiro e os Andes foram grandes e altas porções de terras emersas que serviram de refúgio para espécies de águas continentais durante as incursões marinhas e trocas climáticas, por exemplo durante a última glaciação do Pleistoceno. Assim, a diversificação de Diaptomidae pode ser comparada à hipótese de especiação das aves, com refúgios climáticos, refúgios em cabeceiras de rios e dos museus. Possivelmente refúgios em rios podem explicar grupos de espécies endêmicas em algumas bacias hidrográficas e refúgios climáticos podem ter isolado certas populações em algumas áreas específicas, em ilhas de clima, por exemplo, em poças de montanhas (Perbiche-Neves et al., 2011-in press). O efeito de museu foi responsável pelo funcionamento da dispersão. Uma combinação de refúgio, plasticidade reprodutiva e dispersão eficiente pode ter resultado em poucos gêneros de Diaptomidae amplamente distribuídos no continente. Os refúgios para Diaptomidae podem ser análogos aos centros de distribuição propostos por Matsumura-Tundisi (1986) em algumas faixas latitudinais no Brasil.

Após o tectonismo do Mioceno (Figura 5), as espécies de Diaptomidae possivelmente foram continuamente sendo afetadas por trocas climáticas, com sequências de glaciações posteriores e incursões marinhas. Depois dessa época, os Diaptomidae do norte da América do Sul experimentaram novas colonizações a partir da América Central (Boxshall & Jaume, 2000; Previattelli, 2010), e a fauna do escudo brasileiro continuou diversificando em outras linhagens até os dias atuais.

O gênero *Odontodiaptomus* é um dos mais interessantes exemplos de endemismo na América do Sul. Previattelli (2010) encontrou similaridades entre *Odontodiaptomus* e *Tumeodiaptomus* (endêmico dos Andes) e propôs que o ancestral dessas duas espécies possivelmente foi separado alopaticamente pelo soerguimento da Cordilheira dos Andes, adicionalmente pelo oceano epicontinental existente desde a foz do atual rio Orinoco até a região do Pantanal. Atualmente conhecem-se três espécies de *Odontodiaptomus* – restritas ao sudeste e ao sul do escudo brasileiro até regiões baixas do Uruguai e de Buenos Aires, porém apenas uma espécie é abundante, as outras são raras e há duas espécies de *Tumeodiaptomus*. Novas espécies desses gêneros poderão ser descobertas.

Filogenias completas sobre análises taxonômicas bem desenvolvidas são necessárias. É difícil suportar a idade dos ancestrais e saber de onde eles vieram sem saber quem eles são para alguns casos. De acordo com a filogenia morfológica de Previattelli (2010) para 54 espécies e com comparações adicionais de dez espécies não estudadas por esse autor, acreditamos em um acréscimo de gêneros com poucas espécies, possivelmente de origem muito antiga, com características morfológicas peculiares. Existem várias áreas alvo nas quais estudos são necessários.

Conclui-se que o possível ancestral de todos os Diptominae da América do Sul é antigo devido à elevada riqueza e diversidade desses organismos no continente. Trocas climáticas, tectonismo, vulcanismo e outros eventos selecionaram as espécies mais restritas, resultando nesse padrão, com diferentes grupos de espécies em grandes áreas, como bacias hidrográficas ou formações geológicas. É provável que as colonizações vindas da Antártida/Austrália e pelas Américas do Norte/Central também ocorreram, mas não foram os motivos principais.

Atualmente acreditamos que a fauna de Diptominae da bacia do Prata é mais associada à temperatura, ao clima e a altitude, as quais são condições físicas que atuaram intensamente durante os últimos períodos inter-glaciações. Os limites restritos de distribuição geográfica são mais relacionados ao clima do que às bacias hidrográficas, considerando ainda que existem diversos problemas taxonômicos a serem resolvidos para esses organismos. Pesquisadores têm realizado novos registros e atualmente as atividades humanas como aqüicultura, por exemplo, tem sido mais um meio moderno de dispersão para esses organismos.

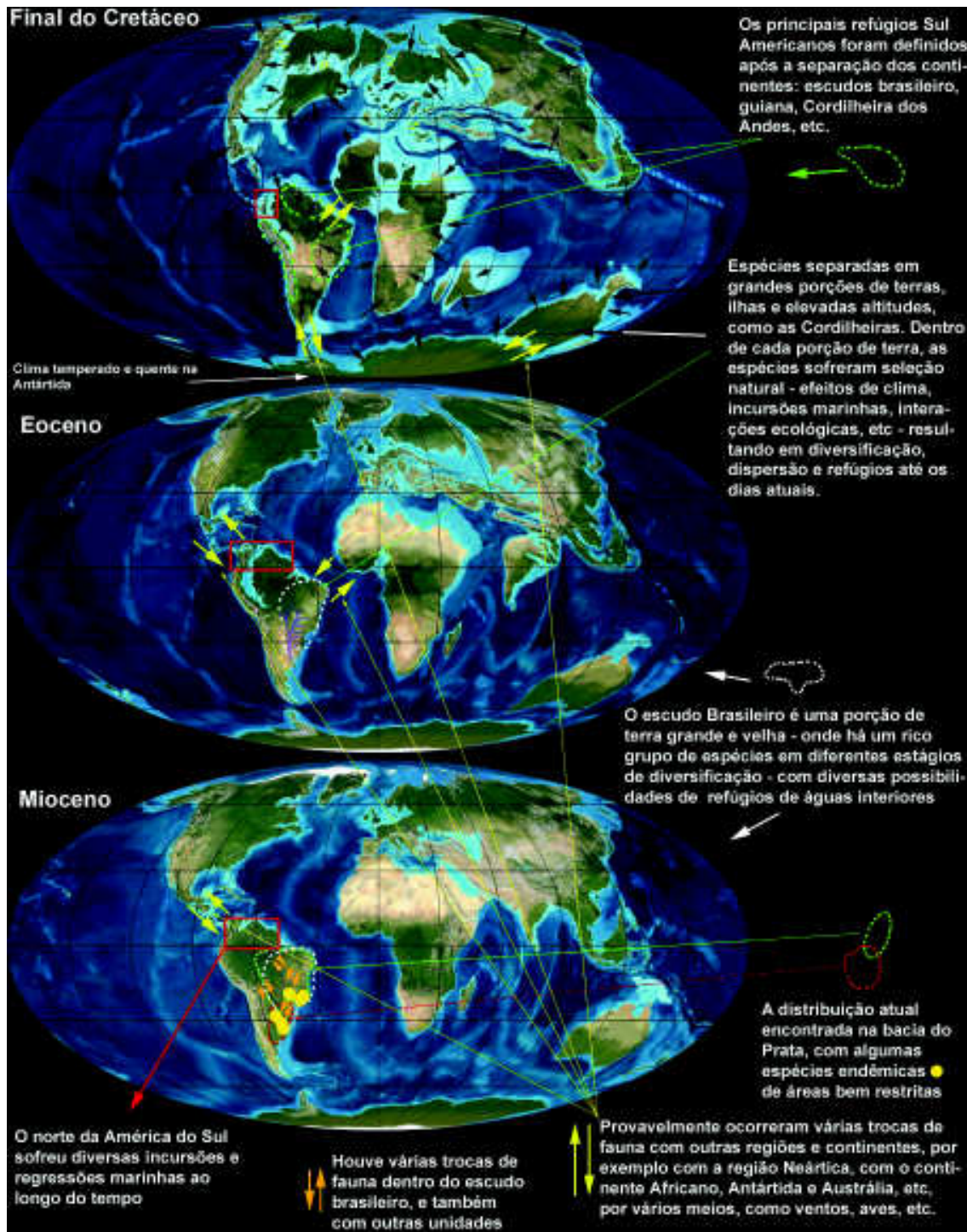


Figura 5. Hipótese sobre a evolução de Diaptominae sul-americanos, cujo ancestral é antigo e teve origem alopátrica ao longo do tempo devido a diferentes trocas no mundo, por exemplo, tectonismo, vulcanismo, glaciações, trocas climáticas, etc., com refúgio especialmente no escudo brasileiro. O norte da América do Sul sofreu várias trocas – especialmente incursões marinhas – devido a pequena área comparadas ao tamanho do escudo brasileiro. A colonização a partir de outros continentes também teve papel importante na especiação dos diaptomíneos sul-americanos, porém menor do que a especiação a partir do escudo brasileiro.

Referências

- Albert, J.S.; Lovejoy, N.R. & Crampton W.G.R. 2006. Miocene tectonism and the separation of cis- and trans-Andean river basins: Evidence from Neotropical fishes. *Journal of South American Earth Sciences*, vol. 21, p. 14–27.
- Boxshall, G.A. &Jaume, D. 2000. Making waves: the repeated colonization of fresh water by copepod crustaceans. *Advances in Ecological Research*, vol. 31, p. 61–79.
- Boxshall, G.A. &Defaye, D. 2008. Global diversity of Copepods (Crustacea: Copepoda) in freshwater. *Hydrobiologia*, vol. 595, p. 195-207.
- Dodson, S.I.; Grishanin, A.K.; Gross, K. & Wyngaard, G.A. 2003. Morphological analysis of some cryptic species in the *Acanthocyclops vernalis* species complex from North America. *Hydrobiologia*, vol. 500, p. 131–143.
- Felgenhauer, B.E. 1987. Techniques for preparing crustaceans for scanning electron microscopy. *Journal of Crustacean Biology*, vol. 7, p. 71–76.
- Haffer, J. 1997. Alternative models of vertebrate speciation in Amazonia: an overview. *Biodiversity and Conservation*, vol. 6, p. 451–476.
- Hubert, N. &Renno, J.F. 2006. Historical biogeography of South American freshwater fishes. *Journal of Biogeography*. *Journal of Biogeography*, vol. 33, p. 1414–1436.
- Huys R. &Boxshall, G.A. 1991. Copepod evolution. The Ray Society, London.
- Lee, C.E. & Frost, B.W. 2002. Morphological stasis in the *Eurytemora affinis* species complex (Copepoda: Temoridae). *Hydrobiologia*, vol. 480, p. 111–128.
- Matsumura-Tundisi, T. 1986. Latitudinal Distribution of Calanoida Copepods in Freshwater aquatic Systems of Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, vol. 46 no. 3, p. 527-553.
- Nores, M. 1999. An alternative hypothesis to the origin of Amazonian bird diversity. *Journal of Biogeography*, vol. 26, p. 475–485.
- Paggi, J.C. 2011. A new species of the rare genus *Idiodiaptomus* Kiefer, 1936 (Copepoda, Calanoida, Diaptomidae) from northeastern Argentina. *Crustaceana Monographs*, vol. 16, p. 1570-7024.
- Perbiche-Neves, G.; Previattelli, D. &Nogueira, M.G. 2011 (in press). Record of *Argyrodiaptomus bergi* (Crustacea, Copepoda, Calanoida) after 36 years and first record in Brazil. *Zoologia*.

- Previatelli, D. 2010. Phylogeny and biogeography of the neotropical Diaptominae. PhD Thesis, Federal University of Amazonas – INPA, Manaus, AM, Brazil, 238p.
- Sanmartin, I. & Ronquist, F. 2004. Southern Hemisphere biogeography inferred by event based models: Plant vs. Animal Patterns. *Systematic Biology*, vol. 53, p. 216-243.
- Santos-Silva, E.N., 2008. Calanoid of the families Diaptomidae, Pseudodiaptomidae, and Centropagidae from Brasil. *Biologia Geral e Experimental*, vol. 8, no. 1, p. 3-67.
- Scotese, C.R.; Gahagan, L.M. & Larson, R.L. 1988. Plate tectonic reconstructions of the Cretaceous and Cenozoic ocean basins. *Tectonophysics*, vol. 155, p. 27–48.
- Suarez-Morales, E. 2003. Historical biogeography and distribution of the freshwater calanoid copepods (Crustacea: Copepoda) of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Journal of Biogeography*, vol. 30, p. 1851-1859.
- Thum, R.A. & Harrison, R.G. 2008. Deep genetic divergences among morphologically similar and parapatric *Skistodiaptomus* (Copepoda: Calanoida: Diaptomidae) challenge the hypothesis of Pleistocene speciation. *Biological Journal of the Linnean Society*, vol. 96, no. 1, p. 150–165.
- Whitemore, T.C. & Prance, G.T. (eds). 1987. *Biogeography and Quaternary history in tropical America*. Oxford University Press, Oxford.
- Willet**, C.S. & Ladner, J.S. 2009. Investigations of fine-scale phylogeography in *Tigriopus californicus* reveal historical patterns of population divergence. *BMC Evolutionary Biology*, vol. 9, p. 139.

Anexo

Manuscrito submetido à “Journal of Natural History”

Two new species of Diaptomidae (Crustacea: Copepoda: Calanoida) from the Neotropical Region (Paraná River)

Gilmar Perbiche-Neves¹; Geoff A. Boxshall²; Juan C. Paggi³; Carlos E.F. da Rocha⁴; Daniel Previattelli⁵ & Marcos G. Nogueira¹

Word count: 6,815

Abstract: Two new species of Diaptomidae were found in rivers and reservoirs in the Paraná River. The new species are referred to as “*Diaptomus*” *curvatus* new species and “*Diaptomus*” *frutosae* new species. Important character states in “*Diaptomus*” *curvatus* include: right fifth leg with a well-developed endopod and with the lateral spine of the second exopod segment curved and longer than the segment on which it is inserted, plus the presence of a large dorsal process on urosomite 4 of the male. For “*Diaptomus*” *frutosae* they include: a differentiated hook-like process on segment 20 with chitinous protuberances at its base of male right antennule; the last segment of the right leg 5 of male is triangular, and the lateral spine inserted distal to mid-level of this segment. Both species are placed in “*Diaptomus*” *sensu lato* as a temporary placement until a comprehensive phylogenetic analysis, currently under way, is completed.

Key-words: Argentina, Paraguay, new species, Copepoda.

1. Introduction

Taxonomic research over many decades points to a complexity within the Neotropical Diaptomidae that despite the relative paucity of studies in some strategic geographical areas may reflect a relative rapid evolutionary radiation (Wright, 1927; Brehm, 1933; Boxshall & Halsey, 2004; Santos-Silva, 2008). There is relatively high endemism among most diaptomids in South America (Matsumura-Tundisi, 1986; Suárez-Morález et al., 2005), with many species restricted to small localities such as lakes, reservoirs, wetlands, or to particular hydrographic basins. Recently the situation has begun to change: the number of known species has increased as more areas have been sampled, and some taxonomic problems have been resolved. Patterns of geographic distribution are also better known, for example, Suárez-Morález et al. (2005), Santos-Silva (2008) and Previattelli (2010) showed restricted distributions for the genera *Rhacodiaptomus* Kiefer, 1936 and *Argyrodiaptomus* Brehm, 1933 in the Neotropical region. However, these authors also pointed to the confusion between the species of the genus *Notodiaptomus* Kiefer, 1936, and to the remaining long term problem of allocating species currently placed in “*Diaptomus*” *sensu lato* to well defined valid genera.

In the Neotropics there are relatively few cosmopolitan species of Diaptomidae (Dussart & Defaye, 2002), although *Notodiaptomus coniferoides* (Wright, 1927), *N. amazonicus* (Wright, 1935), *N. henseni* (Dahl, 1894) and *N. iheringi* (Wright, 1935) are all very widely distributed especially in the Amazon and the River Plate Basin (“La Plata” River Basin). In contrast, most neotropical diaptomid genera show a high level of endemism as, for example, the genera *Odontodiaptomus* Kiefer, 1936 and *Tumeodiaptomus* Dussart, 1979, the species of which typically show sharp distribution boundaries within the River Plate basin and Andean Lakes, respectively (Brehm, 1933, 1935; Dussart, 1979, Suárez-Morález et al., 2005).

The genus “*Diaptomus*” Westwood, 1936 (*sensu stricto*) comprises only 11 species, which are found in Eurasia, North America or North Africa (Dussart & Defaye, 2002). None occurs in the Neotropics. However, at present several neotropical species are placed in the genus “*Diaptomus*” *sensu lato* because too little information is available to allocate them to a well-defined valid genus. A complete list of “*Diaptomus*” in Brazil can be found in Santos-Silva (2008). Here we present descriptions of two new

species of Diaptomidae from the Neotropical Region, and both restricted to the middle Paraná River. This raises to 84 the number of Diaptomidae species in the Neotropical Region (Boxshall & Defaye, 2008), and also adds more two species to “*Diaptomus*” (*sensu lato*).

2. Material & Methods

Samples were taken on 28 February 2010 in the pelagic zones of reservoirs and in the lotic stretches of the mid Paraná River, between Argentina and Paraguay (Figure 20). Earlier records of these species before the current sample series was taken are also included in the geographic distribution (Fig. 20).

Various limnological parameters were measured while sampling in February 2010 and are shown in the results (Table 3). The complete methodology for limnological measurements will be published elsewhere. The copepods were collected during vertical hauls of a conical plankton net of mesh 68µm. Samples were fixed with formalin 4% (for taxonomic analysis) or with Karnovsky solution (glutaraldehyde 2,5% + paraformaldehyde – for scanning electron microscopy - SEM).

Males and females were dissected using mounted entomological pins, and the most important structures were drawn on a microscope equipped with a drawing tube. Lacto-phenol with glycerine was used as a mounting medium for these temporary preparations on slides. The taxonomic terminology employed was according to Santos-Silva et al. (1999) and Paggi (2006).

Types and voucher specimens of 3 females and 3 males of “*Diaptomus*” *curvatus* and 5 females and 5 males of “*Diaptomus*” *frutosae* were deposited in the following museums and collections: Microcrustacean Collection of the University of the State of São Paulo – Botucatu, Brazil; “Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo”, São Paulo, Brazil – MZUSP; “Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia”, Amazonas, Brazil; and in The Natural History Museum of London, London, UK – NHM. The numbers of vouchers are given in the results for each species. Semi-permanent slides with dissected males and females are deposited in the Microcrustacean Collection of the University of the State of São Paulo.

Preparation for Scanning Electron Microscopy followed the protocols of Felgenhauer (1987) and Huys & Boxshall (1991). The material was washed with 0,1M phosphate buffer solution at pH 7.3 (3 changes of 5 minutes each), and fixed in Osmium tetroxide (0.5% concentration, in water) for 20 minutes. The material was dehydrated through graded ethanol as follows: (1) 7.5%, 15%, 30% and 50% (2 changes in each concentration, 5 minutes duration); (2) 70% concentration (3 changes, 10 minutes duration); (3) and in 90% and 100% (2 changes in each, 5 minutes duration). After dehydration the material was placed in permeable plastic capsules and critical point dried in a Balzerd Union – CTD-020® using Carbon dioxide as the exchange medium. Dried specimens were mounted on stubs and sputter coated with gold at a thickness of 15nm on a Balzers Union – Med-10® machine, and observed on a Quanta 200 Fei® scanning electronic microscope.

3. Results

3.1 “*Diaptomus*” *curvatus* new species

Material examined: Holotype: 1 ♂, entire, alcohol + glycerine (MZUSP 24476), Yaciretá Reservoir (27°30'9.12"S; 56°31'56.69"W), 15 km upstream the dam, on border between Argentina/Paraguay.

Allotype: 1 ♀, entire, alcohol + glycerine (MZUSP 24477).

Paratypes: 2 ♂, entire, alcohol + glycerine (MZUSP 24478); entire, alcohol + glycerine (MZUSP 24479); 5♂ and 5♀ (NHM-UK 2011.1192-1201); 2♂ and 2♀ (1933 INPA). All collected from Yaciretá Reservoir, border between Argentina and Paraguay, 28 February 2010 and 05 June 2010.

Etymology: The species name refers to the curvature in the strong lateral spine of the last exopod segment of the male right fifth leg.

Diagnosis:

Male: Lacking ornamentation of spinules or denticles along sutures between prosome somites. Paired posterolateral wings on prosome subsymmetrical. Large subconical blunt dorsal process present on fourth urosomite, with chitinous protuberances on apex. Modified seta on segment 11 of right antennule of male longer than modified seta on segment 13. Segment 14 lacking process. Small processes on segments 15 and 16 of

right antennule. Lateral hyaline lamella present on segment 20 of right antennule, with a small process distally. Small semicircular process present on proximal inner margin of basis of right leg 5. Endopod of right leg 5 well developed, triangular in outline. Lateral spine of fifth leg downwardly curved, strong and longer than the segment on which it is inserted.

Female: Lacking ornamentation of spinules or denticles on sutures between prosome somites. Posterolateral wings on prosome asymmetrical; right side of prosome better developed than left side; right prosome wing larger than left; apical sensilla on right side of genital double-somite carried on a semicircular process; no process on left side where lateral margin is smoothly convex.

Description

Male

Prosome (Figure 1A): Body length 923 μ m, maximum width of 251 μ m. Rostrum symmetrical with two filaments (Figure 1C). Incomplete suture between pedigerous somites 4-5; lacking ornamentation of spinules or denticles on dorsal and lateral surfaces and along sutures. Posterolateral wings on prosome small and simple.

Urosome (Figure 1A; Figure 2A, B): 5-segmented, with large subconical blunt process dorsally on urosomite 4, with chitinous protuberances on margin of apex.

Caudal rami (Figure 1 A; Figure 2A, B; Figure 3A, B): Asymmetrical, right ramus longer than left; left ramus about 2 times longer than broad, right ramus 2.5 times longer than broad: inner margins of caudal rami with setules. Caudal setae normal.

Figures 1, 2 and 3

Right geniculate antennule (Figure 4B; Figure 5A, C, D): with 22 expressed segments, modified with enlarged segments in mid-section. Setal formula for setae (s), conical setae (cs), long setae (ls), modified setae (ms), vestigial setae (vs), aesthetascs (ae), and processes (p) on each segment as follows: (segment 1) 1s + 1ae, (2) 1cs + 1s + 1vs + 1ae, (3) 1vs + 1ls + 1ae, (4) 1s, (5) 1s + 1vs + 1ae, (6) 1s, (7) 1s + 1ae, (8) 1s + 1cs, (9) 1s + 1ls + 1ae, (10) 1s + 1ms, (11) 1s + 1ms, (12) 1s + 1cs + 1ae, (13) 1s + 1ms + 1ae, (14) 1s + 1ls + 1ae, (15) 1ms + 1ls + 1p + 1ae, (16) 1s + 1ls + 1p + 1ae, (17) 1s + 1cs +

2ms + 1ae, (18) 1ms + 1cs + 1s, (19) 2ms + 1s + 1ls + 1ae, (20) 2s + 2ls + 1p, (21) 1s + 1ls, (22) 3ls + 1s + 1ae. Spinous processes on segments 10 and 11 well developed, that on segment 11 longer than on segment 13, which has wide base. Process on segment 13 with minutely bifid apex (Figure 5C). Segment 14 lacking process in contrast to segments 15 and 16, each with small process of similar length. Segment 20 with smooth hyaline membrane and small rounded process distally, can be acute (Figure 5D).

Left antennule (Figure 4A): with 25 expressed segments, number of setae (s), conical setae (cs), long setae (ls), vestigial setae (vs) and aesthetascs (ae) on each segment, as follows: (segment 1) 1s + 1ae, (2) 3s + 1ae + 1vs, (3) 1ls + 1ae + 1vs, (4) 1s, (5) 1ls + 1vs + 1ae, (6) 1s, (7) 1ls + 1ae, (8) 1s + 1cs, (9) 1s + 1ls + 1ae, (10) 1s, (11) 1ls, (12) 1s + 1cs + 1ae, (13) 1s, (14) 1ls + 1ae, (15) 1ls, (16) 1ls + 1ae, (17) 1s, (18) 1ls, (19) 1s + 1ae, (20) 1s, (21) 1ls, (22) 1s + 1ls, (23) 1ls + 1s, (24) 2ls, (25) 4ls + 1ae.

Figure 4 and 5

Antenna (Figure 2E): Biramous; coxa with one seta; basis with two setae. Endopod 2-segmented: first segment with two setae at mid-level, and row of 4-5 spinules distally, with one pore next to row; compound second segment with 15 setae, 8 on inner lobe and 7 grouped around distal margin, plus spinule row (8-10 spinules). Exopod 7-segmented, setation as follows: 1, 3, 1, 1, 1, 1, 4; segment 2 with ancestral segments partially or totally separated on one side only.

Mandible (Figure 6C, D): Coxal gnathobase well sclerotized; cutting blade with subcaudal and triangular tooth and group of 6 multicusped teeth plus seta near toothed margin. Palp basis with 4 setae; endopod 2-segmented with 4 and 9 setae; exopod 4-segmented with 1, 1, 1, 3 setae.

Maxillule (Figure 6A): Coxal epipodite with 9 setae. Coxal endite with 4 distal setae. Outer seta representing basal exite; proximal and distal basal endites each with 4 setae. Endopod 2-segmented; with 3 setae on margin of proximal segment, and with 5 setae on distal. Exopod armed with 6 setae.

Maxilla (Figure 6E): Proximal praecoxal endite with 5 setae and one spine [setules present on these setae but not figured here]; distal praecoxal endite with 3 setae:

proximal and distal coxal endites each with 3 setae; allobasis with 3 setae; free endopod with 5 setae in total.

Maxilliped (Figure 5B; Figure 6B): First syncoxal endite represented by one seta with row of spinules at base; second to fourth syncoxal endites with 2, 3, 3 setae from proximal to distal, distal angle of syncoxa extended into lobe with two rows of small spinules, pore present next to distal outer margin: basis with 3 setae and double row of setules proximally: endopod 6-segmented, with 2, 3, 2, 2, 1 +1, 4 setae.

Swimming legs (Figure 7; Figure 9A): Exopods 3-segmented; endopod 3-segmented in legs 2-4 and 2-segmented in leg 1; Schmeil's organ present on second endopod segment of leg 2 (Figure 7B). Row of spinules present distally at base of terminal spine on endopod of each leg; setule rows present on basis of leg 1 (Figure 9A). Spine and seta formula as in Table 1.

Table 1

Figure 6 and 7

Right leg 5 (Figure 8A-D; Figure 9B-E): Coxa with inner distal process carrying seta at apex. Basis 1.3 times longer than wide; with small nodule-like process proximally on inner margin, and seta on posterior surface near distal margin. Endopod 1-segmented subtriangular with curved sides in shape with setules near apex, similar in length to width of last exopod segment (Figure 9E). Exopod 3-segmented; first segment wider than long; second segment twice as long as wide; lateral spine longer than segment, strongly curved, with tip reaching base of terminal claw. Terminal claw representing third exopod segment, 2.2 times longer than second segment. Row of small spinules present along inner concave margins of lateral spine and terminal claw.

Left leg 5 (Figure 8D, E; Figure 9B,C,D): Coxa about as long as wide, with seta located near outer margin. Basis 1.2 times wider than long, with small seta on outer margin. Endopod 1-segmented, reaching midway along exopod, ornamented with row of small spinules apically. Exopod 2-segmented; first segment with outer margin slightly curved; inner margin with rounded distal process bearing setules; semicircular process with setules present proximally on inner margin of second segment, armed with spinulate spine at middle of inner margin, and produced into distal spinous process ornamented with small spinules.

Figure 8 and 9

Female:

Prosoma (Figure 1B): Body length 1,120 μ m, maximum width 261 μ m. Body larger than male. Rostrum symmetrical, with paired rostral filaments (Figure 1D). Cephalosome with complete dorsal suture; lacking ornamentation of spinules on dorsal and lateral surfaces. Posterolateral wings on prosoma well developed, asymmetrical; right wing larger than left; both lateral wings with semicircular projection carrying spinous process on apex.

Urosoma (Figure 1B, 2D): 3-segmented; genital double-somite asymmetrical; right side smoothly convex with posteriorly-directed sensilla located at widest point; left side with small semicircular process anteriorly bearing apical sensilla; left sensilla posteriorly-directed. External genital area ventral: delimited anteriorly by broad symmetrical opercular pad, and laterally by posteriorly-directed lateral processes. Paired gonoporal plates located adjacent to midline, between lateral processes. Urosomite 2 about twice as wide as long.

Caudal rami (Figure 1B, 2D): About two times longer than broad; left ramus longer than right; setules present along outer and inner margins. Caudal setae normal.

Antennule: Symmetrical; extending beyond caudal rami but not as far as tips of caudal setae; setal formula similar to that of male left antennule.

Antenna, Mandible, Maxillule, Maxilla, Maxilliped, Swimming legs: similar to male.

Leg 5 (Figure 2C): Symmetrical, coxa 1.2 times longer than wide, extended into spiniform process at outer distal corner, with conical sensilla at tip; basis triangular, with smoothly convex outer margin, bearing long seta reaching almost to tip of exopod. Exopod indistinctly 3-segmented; first segment larger than second, unarmed; second segment with lateral spine and drawn out into large terminal claw ornamented with row of denticles laterally; offset third segment lobe-like and bearing two terminal setae, lateral seta smaller. Endopod 1-segmented with discontinuity in cuticle; bearing two large setae on tip and ornamented with row of spinules between setae.

3.2 "*Diaptomus*" *frutosae* n. sp.

Material examined: Holotype: 1 ♂, entire, alcohol + glycerine (MZUSP 24480), Yaciretá Reservoir (27°30'9.12"S; 56°31'56.69"W), 15 km upstream from the dam, on border between Argentina/Paraguay.

Allotype: 1 ♀, entire, alcohol + glycerine (MZUSP 24481).

Paratypes: 2 ♂, entire, alcohol + glycerine (MZUSP 24482); entire, alcohol + glycerine (MZUSP 24483); 5♂ and 5♀ (NHM-UK 2011.1202-1211); 2♂ and 2♀ (1932 INPA). All collected from Yaciretá Reservoir, border between Argentina and Paraguay, 28 February 2010 and 05 June 2010.

Etymology: Named after Dra. Margarita S. Frutos in honour of her many contributions to the study of Neotropical zooplankton.

Diagnosis:

Male: Prosoma with incomplete dorsal suture between pedigerous somites 4 and 5; plane of suture marked by dorsal row of spinules. Posterolateral wings of prosoma symmetrical, each with small sensilla at apex. Genital somite asymmetrical; left side with semicircular expansion with sensilla at tip; right side smooth with sensilla located near posterolateral corner. Right caudal ramus larger than left. Chitinous protuberances present at base of modified seta on segment 13 of right geniculate antennule; small spinous processes present on segments 15 and 16; distinctive hook-like process present distally on segment 20 of right geniculate antennule, with chitinous protuberance on outer margin of hook. Second exopod segment of right leg 5 with distinctive subtriangular shape; lateral spine inserted in distal half of outer margin of segment, about 3.5 times smaller than terminal claw.

Female: Plane of suture between pedigerous somites 4 and 5 marked by presence of dorsal row of spinules; postero-lateral wings on prosoma asymmetrical; left wing forming semicircular expansion with sensilla at tip; right wing more elongate with sensilla at tip, larger than on left side. Genital double-somite with asymmetrical lateral wings; left wing with circular expansion and downwardly-curved sensilla; right wing with smaller expansion with sensilla at tip. Caudal rami symmetrical.

Description

Male

Prosoma (Figure 10A): Body length 1,346 μ m, maximum width 348 μ m. Rostrum slightly asymmetrical, right filament broader than left (Figure 12A; Figure 17A). Plane of suture between pedigerous somites 4 and 5 marked dorsally by presence of row of spinules. Postero-lateral wings in prosoma symmetrical, each with small sensilla at apex.

Urosoma (Figure 10A): 5-segmented, lateral margins of genital segment asymmetrical; left margin with semicircular expansion with sensilla at tip; right side smooth with sensilla located close to posterolateral corner.

Caudal rami (Figure 10A, 13F): Asymmetrical. Right caudal ramus twice as long as broad; left caudal ramus 1.5 times longer than broad. Both rami with setules along inner margin. Caudal setae normal.

Figure 10

Right geniculate antennule (Figure 11B; Figure 12A-I): with 22 expressed segments, modified with enlarged segments in mid section. Formula of setae (s), conical setae (cs), long setae (ls), modified setae (ms), vestigial setae (vs), aesthetascs (ae), and processes (p) on each segment as follows: (segment 1) 1s + 1ae, (2) 3s + 1vs + 1ae, (3) 1vs + 1ls + 1ae, (4) 1s, (5) 1s + 1vs + 1ae, (6) 1s, (7) 1ls + 1ae, (8) 1s + 1cs, (9) 1s + 1ls + 1ae, (10) 1s + 1ms, (11) 1s + 1ms, (12) 1s + 1cs + 1ae, (13) 1s + 1ms + 1ae, (14) 1s + 1ls + 1p + 1ae, (15) 1s + 1ls + 1p + 1ae, (16) 1sm + 1ls + 1p + 1ae, (17) 2ms + 1s, (18) 1ms + 2s, (19) 2ms + 1s + 1ls + 1ae, (20) 2s + 2ls + 1p, (21) 2ls, (22) 3ls + 1s + 1ae. Long seta on segment 7 with a rounded apex, as in long seta on segment 9. Spinous processes of segments 10 and 11 normal, that on segment 11 longer than that on segment 10 (Figure 12D). Chitinous protuberances present at base of modified seta on segment 13, located on semicircular mound (Figure 12E, I); modified seta with minutely bifid apex, not reaching base of segment 14 (Figure 12E, H); very small process on segment 14, in contrast to segments 15 and 16 each with process of similar length. Modified setae on segments 15, 16 and 17 each with oblique tip. Segment 20 drawn out into large distal hook-like process with square base and chitinous protuberances near base; hook exhibiting size variation, reaching to tip of segment 22 in some specimens (Figure 12A, B, F, G).

Left antennule (Figure 11A): with 25 expressed segments, numbers of setae (s), conical setae (cs), long setae (ls), vestigial setae (vs) and aesthetascs (ae) on each segment, as follows: (segment 1) 1s + 1ae, (2) 3s + 1ae + 1vs, (3) 1ls + 1ae + 1vs, (4) 1s,

(5) 1ls + 1vs + 1ae, (6) 1s, (7) 1ls + 1ae, (8) 1s + 1cs, (9) 1s + 1ls + 1ae, (10) 1s, (11) 1ls, (12) 1s + 1cs + 1ae, (13) 1s, (14) 1ls + 1ae, (15) 1ls, (16) 1ls + 1ae, (17) 1s, (18) 1ls, (19) 1s + 1ae, (20) 1s, (21) 1ls, (22) 1s + 1ls, (23) 1ls + 1s, (24) 2ls, (25) 3ls + 1s + 1ae.

Figure 11 and 12

Antenna (Figure 13E, G; Figure 17B, C): Biramous; coxa with one seta; basis with two setae. Endopod 2-segmented: first segment with two setae at mid-length, and row of 10-11 spinules distally, with pore next to row, compound distal segment with 15 setae, arranged in group of 8 on inner lobe and distal group of 7, plus spinule row (5 spinules). Exopod 7-segmented, setation as follows: 1, 3, 1, 1, 1, 1, 4; segment 2 with ancestral segments partially or totally separated on one side only.

Figure 13

Mandible (Figure 14C): Coxal gnathobase heavily sclerotized, cutting blade with subcaudal and triangular teeth, cutting surface with 6 multicusped teeth plus seta near toothed margin, with small denticles. Palp comprising basis with 4 setae, 2-segmented endopod with 4 and 9 setae, and two rows of spinules in mid part; exopod 4-segmented with 1, 1, 1, 3 setae.

Maxillule (Figure 14A): Coxal epipodite with 9 setae and row of spinules on distal surface. Coxal endite with 4 distal setae. Outer seta representing basal exite present; 4 setae on proximal basal endite, distal basal endite with 4 setae. Endopod 2-segmented; with 3 setae on margin of proximal segment, and 5 distal setae on second segment. Exopod with 6 distal setae.

Maxilla (Figure 14D): Proximal praecoxal endite with 5 setae and one spine [setules present on these setae but not figured here]; distal praecoxal endite with 3 setae; proximal and distal coxal endites each with 3 setae; allobasis with 4 setae; free endopod with 5 setae in total.

Maxilliped (Figure 14B; Figure 17D, E): First syncoxal endite represented by one seta with row of spinules at base; second to fourth syncoxal endites from proximal to distal with 2, 3, 3 setae, distal angle of syncoxa extended into lobe with row of small spinules; basis with 3 setae, double row of setules proximally; endopod 6-segmented, with 2, 3, 2, 2, 1 + 1, 4 setae.

Figure 14

Swimming legs (Figure 15): Exopods 3-segmented; endopod 3-segmented in legs 2-4 and 2-segmented in leg 1; Schmeil's organ present on second endopod segment of leg 2 (Figure 15C). Row of spinules present distally at base of terminal spine on endopod of each leg; setule rows present on basis of leg 1 (Figure 17E, F). Spine and seta formula as in Table 2.

Figure 15

Table 2

Right leg 5 (Figure 16D; Figure 18A-E): Coxa wider than long; with distal semicircular projection on outer surface bearing reduced seta at tip. Basis 1.5 times longer than wide; with chitinous ridges running parallel to inner margin; bearing seta near outer distal corner. Endopod small, fused to basis and forming triangular process at inner distal corner of basis, ornamented with spinules. Exopod 3-segmented; first segment wider than long; second segment longer than wide, with subtriangular shape; lateral spine small, similar in length to width of basis, and inserted distal to strong, almost right-angled curvature in outer margin; third segment represented by terminal claw 1,8 times longer than second segment, with row of small spinules along concave inner margin.

Left leg 5 (Figure 16D; Figure 18D, F, G): Coxa longer than wide; with robust seta on outer margin. Basis longer than wide; with thin seta on outer margin. Endopod 1-segmented, as long as first exopod segment of exopod, ornamented with row of small spinules around apex. Exopod 2-segmented; first segment with convex outer margin; inner margin with rounded process bearing setules; second segment with semicircular process bearing setules proximally on inner margin, inner spinulate spine and apical spinous process.

Figure 16, 17 and 18

Female:

Prosoma (Figure 10B; Figure 19A, B, C): Body length 1,308 μ m, maximum width 345 μ m. Body larger than male. Rostrum slightly asymmetrical, with paired filaments, right broader in mid part than left (Figure 13B). Prosoma with incomplete dorsal suture separating fourth and fifth pedigerous somites, plane of suture marked by row of spinules dorsally and laterally (Figure 19B, C). Posterolateral wings of prosoma small and slightly asymmetrical; left wing slightly larger than right and semicircular in shape; right wing elongate; both lateral wings tipped with spinous process.

Urosoma (Figure 10B; Figure 19B, C, E): 3-segmented; genital double-somite asymmetrical; left lateral expansion much larger than right, with circular process anteriorly bearing posterolaterally directed spine on apex; right expansion small, elongate, slightly curved anteriorly, with spine on apex. External genital area ventral: delimited anteriorly by broad symmetrical opercular pad, and laterally by posteriorly-directed lateral processes. Paired gonoporal plates located adjacent to midline, between lateral processes (Figure 13C; Figure 19F). Urosomite 2 about three times broader than long; urosomite 3 longer than broad and without projections.

Caudal rami (Figure 10B): Symmetrical; about 1.7 times longer than broad; with setule row along inner margin; caudal setae normal.

Antennule: Symmetrical; extending to tips of caudal setae; setal formula similar to that of left antennule of male.

Antenna, Mandible, Maxillule, Maxilla, Maxilliped, Swimming legs: as in male.

Leg 5 (Figure 13D; Figure 19D, G): Symmetrical, coxa with spinous process at outer distal corner carrying conical sensilla at tip; basis with curved outer margin, carrying long seta almost reaching end of first exopod segment. Exopod 3-segmented; first segment larger than second, about 2 times longer than broad; second segment with lateral spine and drawn out into terminal claw, ornamented with rows of denticles bilaterally; small third segment offset, with two terminal setae, lateral about 3 times smaller than inner. Endopod 1-segmented, with discontinuity in cuticle; armed with row of spinules at tip.

Figure 19

3.3 Geographical distribution of the new species

Both species were found in the middle stretch of the Paraná River. "*Diaptomus*" *curvatus* occurred along a stretch 1,037km in length and "*Diaptomus*" *frutosae* for about 500km (Fig. 20). Old records for "*Diaptomus*" *curvatus* close to Santa Fé city (Argentina) were made by Juan César Paggi in May 1972 (letter "D" in Fig. 20, Paraná River, near Villa Constitución: 33°13'5"S, 60°17'45"W), March 1981 (letter "B", La Cuarentena Lake, Carvajal Island, Paraná River: 31°42'42"S, 60°37'56"W), and December 1993 (letter C, Coronda River, secondary channel of Paraná River: 31°41'36"S, 60°43'7"W). An additional record of *D. frutosae* was from the city of Corrientes in Argentina (letter A, Paraná River main channel, 27°28'22"S, 58°51'25"W), in a sample obtained by M. S. Frutos in 2010.

Other geographical coordinates are: YACI-Up: 27°24'24"S, 56°15'19"W; YACI-D: 27°30'9"S, 56°31'56"W; PAR-1: 28°30'10"S, 59°03'03"W; PAR-2: 30°01'07"S, 59°33'50"W; PAR-3: 31°38'29"S, 60°23'21"W.

Figure 20

3.4 Limnological parameters

Study of the Paraná River and its water flow from the Yaciretá Reservoir to the end of middle stretch (at Station PAR-3) revealed an increase in temperature, electrical conductivity, turbidity, total suspended solids, inorganic suspended solids, total Nitrogen, total Phosphorus, and Chlorophyll-a. In contrast there was a decrease in dissolved Oxygen and transparency. Low values were found in the dam axis of Yaciretá Reservoir (Table 3).

Table 3

4. Discussion

The two new species described in this paper are easily differentiated from other diaptomids previously described from the Paraná River Basin. The outstanding characteristics are the male leg 5 and dorsal process on urosomite 4 in "*Diaptomus*" *curvatus* and the process on segment 20 of male right antennule in "*Diaptomus*" *frutosae*. A preliminary phylogenetic comparison based on the morphological criteria

used by Previattelli (2010) indicated that "*Diaptomus*" *curvatus* was a potential sister group to a grouping of the genera *Odontodiaptomus* and *Tumeodiaptomus*, while "*Diaptomus*" *frutosae* was located close to *Scolodiaptomus*. However, this analysis emphasized only the fifth legs and excluded the large number of autapomorphies. It was not possible to allocate these species to known genera with any certainty, so we decided to place them in "*Diaptomus*" *sensu lato* until a general review of this cluster of genera is completed. We therefore opted not to create two new monospecific genera at this moment but to await the results of a revision based on morphological and molecular characters of neotropical "*Diaptomus*" *sensu lato*, *Odontodiaptomus* and *Tumeodiaptomus*.

In the Neotropical region 16 other species are currently placed in "*Diaptomus*" (Santos-Silva, pers. comm.) and there are 3 species of *Odontodiaptomus* and 2 species of *Tumeodiaptomus*. These taxa show some similarities, for example (and despite the geographical separation), between the unusual male right leg 5 of our "*Diaptomus*" *curvatus* n. sp. and that of the Amazonian "*Diaptomus*" *negrensis* Andrade & Brandorff, 1975. Previattelli (2010) pointed out there are additional similarities between species of *Odontodiaptomus* and *Tumeodiaptomus*, and atypical taxa such as *Mastigodiaptomus montezumae* (Brehm, 1955), *Colombodiaptomus brandorffi* Gaviria, 1989, *Aspinus acicularis* Brandorff, 1973, and *Prionodiaptomus colombiensis* (Thiébaud, 1912).

The genera *Odontodiaptomus* and *Tumeodiaptomus* appear to form an isolated lineage distinct from other neotropical genera. If we placed "*Diaptomus*" *curvatus* n. sp. in the former genus, it would be divergent from the other three *Odontodiaptomus* species, particularly in respect of the large dorsal process on the urosome and the shape and length of lateral spine in male right fifth leg. An ornamented hyaline membrane is present on the lateral margin of segment 20 of the male right antennule in species of *Odontodiaptomus* and *Tumeodiaptomus* but is not shared by "*Diaptomus*" *curvatus* n. sp. However, Wright (1937) indicates that segment 20 of the male right antennule is very variable in *Odontodiaptomus paulistanus* (Wright, 1936), in comparison with other species of diaptomids in South America, and concluded that is an unstable character.

The species richness and distribution of these genera are poorly known and this is probably, at least in part, a result of their low abundance. Perbiche-Neves et al. (*in*

prep.) found only 3 specimens of *Odontodiaptomus thomsoni* (Brehm, 1933), in samples from the Uruguay River, and in the present study, J. C. Paggi (pers. comm.) found only three males of “*Diaptomus*” *curvatus* n. sp. in the Paraná River, in 1971, and no females.

For “*Diaptomus*” *frutosae* n. sp. no characteristics were identified that permitted the placement of this species in an existing genus. It appears related to the genus *Scolodiaptomus*, particularly in the shape of the male leg 5. According to Previattelli (2010) *Scolodiaptomus* Reid, 1987 is grouped together with *Dasydiaptomus coronatus* (Sars, 1901), *Dactylodiaptomus pearsei* (Wright, 1927), and “*Diaptomus*” *ohlei* Brandorff, 1978 – all of which share a dorsal process on the prosome. However, the absence of a dorsal process on the prosome of “*D.*” *frutosae* n. sp. excludes this new species from that cluster. The base of segment 13 and the form of segment 20 of the male right antennule are distinctive characteristics that are not shared with other neotropical genera, even though Wright (1937) and other subsequent researchers highlighted the unstable form of segment 20 in neotropical diaptomids. Although the shape of leg 5 of male is reminiscent of the *Scolodiaptomus*, the form of segment 20 of the male right antennule is more like that of *Rhacodiaptomus* species. In contrast, the lateral wing on the genital double-somite of female “*D.*” *frutosae* n. sp. more closely resembles that of *Calodiaptomus*. “*Diaptomus*” *frutosae* n. sp. exhibits a mix of character states, shared with various different neotropical genera.

In conclusion we consider that both species described in this study should be included in a wider phylogenetic analysis together with other species of “*Diaptomus*”, *Odontodiaptomus*, *Tumeodiaptomus* and *Scolodiaptomus* in order to better estimate their relationships and establish their generic placement.

5. Acknowledgements

The authors would like to thank to FAPESP (process 2008/02015-7 and 2009/00014-6) for financial support (to G.P.-N); MSc. Danilo Naliato, Mr. José Roberto Debastiani Jr., MSc. Jorge Portinho, and Dr. Silvia Casanova for help with fieldwork. We are indebted to Dra. Margarita S. Frutos for valuable suggestions, SEM pictures and other records of the new species; to the Electronic Microscopy Centre (CME) of UNESP/Botucatu –

especially Mr. Tiago dos Santos Tardivo - for help in acquiring high quality micrographs; to Dr. Edinaldo Nelson dos Santos-Silva for valuable suggestions; and also to Dr. Aline Benetti for depositing vouchers in MZUSP.

6. References

- Boxshall GA, Halsey SH. 2004. An introduction to copepod diversity. I. London: The Ray Society. 966p.
- Boxshall GA, Defaye D. 2008. Global diversity of Copepods (Crustacea: Copepoda) in freshwater. *Hydrobiologia*. 595: 195-207.
- Brehm V. 1933. *Diaptomus thomsoni* nov. spec., ein merkwürdiger neuer *Diaptomus* aus Uruguay. *Zool. Anz* 104: 221-224.
- Brehm V. 1935. Mitteilungen von den Forschungsreisen Prof. Rahms. Mitteilung II. Gibt es in der chilenischen Region Diaptomiden? *Diaptomus diabolicus* nov. spec. *Zool. Anz*. 112: 9-13.
- Dussart BH. 1979. Algunos copépodos de América del Sur. *Pub. Ocas. Mus. Nac. Hist. Nat. Sant.* 30: 1-3.
- Dussart B, Defaye D. 2002. World Directory of Calanoida Copepoda of Inland Waters. I. Calaniformes. Leiden: Backhuys Publishers. 276p.
- Felgenhauer BE. 1987. Techniques for preparing crustaceans for scanning electron microscopy. *J Crustacean Biol.* 7, 71–76.
- Huys R, Boxshall GA. 1991. Copepod evolution. I. London: The Ray Society. 468p.
- Matsumura-Tundisi T. 1986. Latitudinal Distribution of Calanoida Copepods in Freshwater aquatic Systems of Brasil. *Rev. Bras. de Biol.* 46 (3): 527-553.
- Paggi JC. 2006. Redescription and re-evaluation of the taxonomic status of the Neotropical copepod *Diaptomus falcifer* Daday, 1905 (Calanoida: Diaptomidae). *Stud. Neotrop. Fauna E.* 41(1): 67-78.

- Perbiche-Neves G, Previattelli D, Nogueira MG. 2012. Record of *Argyrodiaptomus bergi* (Crustacea, Copepoda, Calanoida) after 36 years and first record in Brazil. *Zoologia (in press)*.
- Perbiche-Neves G, Boxshall GA, Rocha CEF, Nogueira MG. 2012. *(in prep.)*. Rediscovered after 77 years: *Odontodiaptomus thomseni* (Brehm, 1933) - a rare species of calanoid (Crustacea: Copepoda) from South America.
- Previattelli D. 2010. Phylogeny and biogeography of the neotropical Diaptominae [PhD Thesis 238p]. [Manaus, AM, Brazil]: Federal University of Amazonas – INPA, Brazil.
- Reid J. 1987. *Scolodiaptomus*, a new genus proposed for *Diaptomus* (sensu lato) *corderoi* Wright, and description of *Notodiaptomus brandorffi*, new species (Copepoda: Calanoida), from Brasil. *J Crustacean Biol.* 72: 364-379.
- Santos-Silva EN, Boxshall GA, Rocha CEF. 1999. The neotropical genus *Notodiaptomus* Kiefer, 1936 (Calanoida: Diaptomidae): redescription of the type species *Notodiaptomus deitersi* (Poppe, 1891) and designation of a neotype. *Stud. Neotrop. Fauna E.* 34: 114-128.
- Santos-Silva EN. 2008. Calanoid of the families Diaptomidae, Pseudodiaptomidae, and Centropagidae from Brasil. *Biol. Geral E.* 8(1): 3-67.
- Suárez-Morales E, Reid JW, Elías-Gutiérrez M. 2005. Diversity and distributional patterns of the Neotropical freshwater diaptomid copepods. *Int. Rev. Hydrobiol.* 90 (1): 71-83.
- Wright S. 1927. A revision of the South American species of *Diaptomus*. *Trans. Am. Microsc. Soc.* 46(2): 73-121.
- Wright S. 1936. Preliminary report on six new species of *Diaptomus* from Brazil. *An. Acad. Bras. Cienc.* 8: 79-85 + pls. 1, 2.
- Wright S. 1937. A review of some species of *Diaptomus* from São Paulo. *An. Acad. Bras. Cienc.* 9: 65-82 + pls. 1-3.

Table 1. Setae and spine formula of swimming legs of “*Diaptomus*” *curvatus* n. sp. (spines = Roman numerals; setae = Arabic numerals).

	Coxa	Basis	Exopod	Endopod
Leg 1	0-1	0-0	I-1; 0-1; I, I, 4	0-1; 1, 2, 3
Leg 2	0-1	0-0	I-1; I-1; I, 1, 5	0-1; 0-2; 2,2,3
Leg 3	0-1	0-0	I-1; I-1; I, I, 5	0-1; 0-2; 2,2,3
Leg 4	0-1	0-1	I-1; I-1; I, I, 5	0-1; 0-2; 2,2,3

Table 2. Setae and spine formula for swimming legs of “*Diaptomus*” *frutosae* new species (spines = Roman numerals; setae = Arabic numerals).

	Coxa	Basis	Exopod	Endopod
Leg 1	0-1	0-0	I-1; 0-1; I, I, 4	0-1; 1, 2, 3
Leg 2	0-1	0-0	I-1; I-1; I, 1, 5	0-1; 0-2; 2,2,3
Leg 3	0-1	0-0	I-1; I-1; I, I, 5	0-1; 0-2; 2,2,3
Leg 4	0-1	0-1	I-1; I-1; I, I, 5	0-1; 0-2; 2,2,3

Table 3. Mean values of measured limnological parameters taken while sampling at both sites (Codes: Up = upstream; D = dam zone).

Variables	YACI-Up	YACI-D	PAR-MI	PAR-M2	PAR-M3
Depth (m)	15,60	15,00	16,00	4,50	12,60
Water temperature (°C)	28,43	28,65	28,99	29,67	29,53
Dissolved Oxygen (mg.L ⁻¹)	8,57	8,16	8,36	5,91	5,98
pH	7,42	7,87	7,26	7,00	7,17
Electrical Conductivity (µS.cm ⁻¹)	55,53	55,62	58,20	62,92	74,22
Transparency (m)	1,35	2,10	0,40	0,65	0,30
Turbidity (NTU)	16,53	7,84	24,23	37,07	37,50
Total Suspended Solids (mg.L ⁻¹)	3,19	0,97	36,70	50,35	76,34
Organic Suspended Solids (mg.L ⁻¹)	0,90	0,76	2,70	3,35	4,89
Inorganic Suspended Solids (mg.L ⁻¹)	2,72	0,17	34,00	47,00	71,45
Total Nitrogen (mg.L ⁻¹)	489,65	476,11	497,20	513,48	507,03
Total Phosphorus (µg.L ⁻¹)	14,76	10,83	21,77	37,92	49,36
Chlorophyll-a (mg.L ⁻¹)	1,04	1,54	2,27	5,86	4,32

Figure 1. Dorsal habitus of “*Diaptomus*” *curvatus* n. sp. (A. male, B. female) and rostrum (C. male, D. female).

Figure 2. “*Diaptomus*” *curvatus* n. sp. A. Right side view of urosome of male. B. Ventral view of caudal rami of male (setules along inner margins omitted for clarity). C. Left leg 5 of male. D. Right lateral view of caudal rami of female. E. Right antenna of male.

Figure 3. SEM of “*Diaptomus*” *curvatus* n. sp. male. A. Caudal rami and dorsal process on urosomite 4 (50 µm). B. Detail of dorsal process on urosomite 4 (20 µm).

Figure 4. “*Diaptomus*” *curvatus* n. sp. male. A. Left antennule. B. Right geniculate antennule, drawn disarticulated between segments 17 and 18.

Figure 5. SEM of “*Diaptomus*” *curvatus* n. sp. male. A. Right geniculate antennule (300 µm). B. Maxilliped. C. Segments 10-13 of right antennule (50 µm). D. Segment 20 of right antennule (50 µm).

Figure 6. “*Diaptomus*” *curvatus* n.sp. male, mouthparts. A. Maxillule. B. Maxilliped. C. Coxal gnathobase of right mandible. D. Palp of right mandible. E. Right maxilla.

Figure 7. “*Diaptomus*” *curvatus* n. sp. male, swimming legs. A. Leg 1. B. Leg 2. C. Leg 3. D. Leg 4.

Figure 8. “*Diaptomus*” *curvatus* n. sp. male. A-B. Right leg 5, posterior view. C. Right leg 5 showing intrinsic musculature. D. Left and right leg 5, anterior view. E. Left leg 5 posterior view.

Figure 9. SEM of “*Diaptomus*” *curvatus* n. sp. male. A. Leg 1 (100 µm). B. Leg 5 (100 µm). C. Leg 5 (200 µm). D. Left leg 5 (50 µm). E. Detail of endopod of right leg 5 (50 µm).

Figure 10. Dorsal habitus of “*Diaptomus*” *frutosae* n. sp. A. Male. B. Female.

Figure 11. “*Diaptomus*” *frutosae* n. sp. male. A. Left antennule. B. Right geniculate antennule.

Figure 12. SEM of “*Diaptomus*” *frutosae* n. sp. male. A, B, F, G. Segment 20 of right antennule (A, B, F=20µm, G=100 µm). C. Right antennule (400 µm). D. Segments 9-13 of right antennule (50 µm). E. Segments 13 and 14 of right antennule (50 µm). H. Segments 12-14 of right antennule (50 µm). I. Base of modified setae in segment 13 of right antennule (20µm).

Figure 13. “*Diaptomus*” *frutosae* n. sp. A. Rostrum of male. B. Rostrum of female. C. Genital double-somite of female. D. Right leg 5 of female. E. Exopod of male antenna. F. Detail of right caudal ramus, ventral view. G. Male antenna, lacking exopod.

Figure 14. “*Diaptomus*” *frutosae* n. sp. mouthparts. A. Maxillule. B. Maxilliped. C. Mandible. D. Maxilla.

Figure 15. “*Diaptomus*” *frutosae* n. sp., swimming legs of male. A. Anterior view of last endopod segment of leg 2. B. Posterior view of last endopod segment of leg 2. C. Detail of Schmeil’s organ on second endopod segment of leg 2. D. Leg 1. E. Leg 2. F. Leg 3 G. Anterior view of last endopod segment of leg 3. H. Posterior view of last endopod segment of leg 3. I. Leg 4. J. Anterior view of last endopod segment of leg 4. K. Posterior view of last endopod segment of leg 4.

Figure 16. “*Diaptomus*” *frutosae* n. sp. leg 5 of male. A-E. Several views of leg 5.

Figure 17. SEM of “*Diaptomus*” *frutosae* n. sp. male. A. Rostrum (20µm). B. Left antenna (100µm). C. Detail of the segment 1 and 2 of endopod of antenna (20µm). D. Maxilliped (100µm). E. Detail of distal syncoxal endite of maxilliped (20µm).

Figure 18. SEM of “*Diaptomus*” *frutosae* n. sp. male. A. Right leg 5 (300 µm). B. Right leg 5 (200 µm). C. Distal part of right leg 5 (200 µm). D. Left and right leg 5 (200 µm). E. Coxa, basis and segment 1 of exopod of right leg 5 (100 µm). F, G. Basis, endopod and exopod of left leg 5 (50 µm).

Figure 19. SEM of “*Diaptomus*” *frutosae* n. sp. female. A. Habitus (500 µm). B. Detail of last segment of cephalothorax, genital double-somite and urosome (200 µm). C. Last segment of prosome and genital double-somite (200 µm). D. Leg 5 (100 µm). E. Genital double-somite (100 µm). F. Genital opening (50 µm). G. Detail of terminal claw of leg 5 (20 µm).

Figure 20. Geographical distribution of the two new species. The codes for the sampling sites provide a link to the limnological parameters given in Table 3.