

José Roberto Debastiani Júnior

**DIVERSIDADE DAS ASSEMBLEIAS DE
CLADÓCEROS (CRUSTACEA, BRANCHIOPODA)
DE ÁREAS ADJACENTES A TRECHOS LÓTICOS E
RESERVATÓRIOS DA BACIA DO RIO DA PRATA
(ARGENTINA, BRASIL, PARAGUAI E URUGUAI)**

Tese apresentada ao Instituto de
Biotecnologia de Botucatu, Universidade
Estadual Paulista – Campus Botucatu,
como parte dos requisitos para
obtenção do título de Doutor em
Ciências Biológicas na Área de
Concentração em Zoologia

Orientador: Prof. Dr. Marcos Gomes Nogueira

Co-orientadora: Profa. Dra. Lourdes Maria Abdu El-moor Loureiro

Botucatu

2014

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE - CRB 8/5651

Debastiani Júnior, José Roberto.

Diversidade das assembléias de Cladóceros (Crustacea, Branchiopoda) de áreas adjacentes a trechos lóticos e reservatórios da Bacia do Rio da Prata (Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai) / José Roberto Debastiani Júnior. - Botucatu, 2014

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

Orientador: Marcos Gomes Nogueira

Coorientador: Lourdes Maria Abdu El-moor Loureiro

Capes: 20500009

1. Crustáceo - Distribuição geográfica. 2. Macrófitas aquáticas. 3. Proteção ambiental. 4. Natureza - Influência do homem. 5. Prata, Rio da, Bacia (Argentina e Uruguai).

Palavras-chave: Ação antrópica; Cladocera; Distribuição de espécies; Macrófitas; Rio da Prata.

José Roberto Debastiani Júnior

DIVERSIDADE DAS ASSEMBLEIAS DE CLADÓCEROS (CRUSTACEA, BRANCHIOPODA) DE ÁREAS ADJACENTES A TRECHOS LÓTICOS E RESERVATÓRIOS DA BACIA DO RIO DA PRATA (ARGENTINA, BRASIL, PARAGUAI E URUGUAI)

Tese apresentada ao Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista –
Campus Botucatu, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em
Ciências Biológicas na Área de Concentração em Zoologia

Banca Examinadora:

Orientador:

Prof(a) Dr(a)_____

Prof(a) Dr(a)_____

Instituição:_____

Instituição:_____

Examinadores:

Prof(a) Dr(a)_____

Instituição:_____

Prof(a) Dr(a)_____

Instituição:_____

Prof(a) Dr(a)_____

Instituição:_____

Botucatu
2014

Agradecimentos

Muitos são aqueles aos quais devo agradecer por ter realizado esta etapa de minha formação. Espero conseguir expressar aqui, de modo objetivo e claro, o quanto importantes são tais pessoas.

Primeiramente, é impossível não agradecer àqueles que, certamente, sacrificaram parte de seus sonhos para que eu tivesse o melhor. Aos meus pais, Mariza e José Roberto, só posso continuar a agradecer, pois, mesmo que não demonstre muito, agradeço, sempre, tudo o que sempre me deram, principalmente todo o amor e a noção de que tudo posso, se for direito.

À minha companheira, quiçá esposa dentro em breve, Juliana, agradeço pela cara feia quando eu disse, mais de uma vez: “não quero mais”. Não posso esperar apoio desta mulher, pois ela não me apóia, ela me impulsiona. Obrigado. Dizer que te amo não é nada perto de viver os dias todos te amando. Obrigado por isso também!

Não posso deixar de citar aqui minha irmã, Ana Rosa. Quando crianças só brigávamos, mas agora, nada mudou, porque ela é minha irmã! Mas o orgulho que vejo nos olhos dela à possibilidade de ter seu irmão caçula Doutor faz valer o esforço de estar a quase dez anos a maior parte do tempo fora de casa.

Gostaria também de fazer menção à minha segunda família, Marina, José Carlos (que infelizmente já não mais podemos gozar da maravilhosa companhia), Joice, Jane e Júlio. Obrigado por terem me aceito de braços abertos em sua família e por me permitirem roubar a maior parte do tempo da caçula Juliana!

Aos meus amigos de laboratório devo agradecer muito, mas muito mesmo, não por terem me ajudado (se bem que ajudaram e muito), mas por terem suportado meu gênio.

A ajuda dos Drs. Gilmar P. Neves, Danilo A. O. Naliato e Silvia M.C. Casanova e do MSc. Jorge Laço Portinho nos trabalhos de campo foi imprescindível para a realização dessa tese. Dra. Silvia também é responsável pelo meu treinamento

inicial na identificação dos Cladocera e, portanto, teve um papel ainda mais fundamental em todo esse processo.

Agradeço também ao técnico Hamilton e ao graduando Adriano Gandini pela pronta disposição em auxiliar nos trabalhos de campo em Jurumirim, sem o qual o segundo capítulo dessa tese não poderia ter sido redigido.

Às minhas grandes amiga de laboratório (e de fora dele também), Fabiana, Fernanda, Patrícia Hoffmann, Patrícia Matsuura, Juliana Pomari, Carolina e Ana Maria, agradeço as muitas horas de conversa, tanto acadêmica quanto descontraída. Patrícia Hoffmann e Juliana Pomari em especial, pois a primeira me apresentou a uma excelente saga de livros para meu deleite nas horas vagas, além de ter me proporcionado a sobrevivência quando fomos a um longínquo congresso, e a segunda por sempre me acompanhar nas atividades cotidianas, como inúmeros almoços e recentemente horas de exercícios intenso na academia! É claro que não preciso dizer que gosto muito de todas vocês!

Agradeço também a todos os outros companheiros e companheiras de laboratório e de fora dele: Milena, Raphael, Joyce, Ana, Geslaine, Adriano, Daniela, Marco Aurélio, Daniel e Mirian. A convivência com vocês torna o dia a dia muito mais agradável.

Agradeço também à FAPESP que, através dos processos 2009/11781-8 e 2011/23444-6, financiou minha pós-graduação. Esta mesma agência também financiou o Projeto Prata (proc. FAPESP 2009/00014-6), realizado em 2010, sem o qual as coletas não poderiam ter sido realizadas.

Por último gostaria de agradecer aos meus orientadores, Prof. Dr. Marcos Gomes Nogueira e Profa. Dra. Lourdes Maria Abdu El-moor Loureiro, sem o auxílio dos quais não seria possível realizar o trabalho ora apresentado. Não somente eles me ensinaram muito ao longo dos anos, mas também tiveram paciência e boa vontade para interpretar e melhorar as minhas muitas vezes desconexas idéias ao longo da tese.

APRESENTAÇÃO

A tese aqui apresentada faz parte de um esforço conjunto iniciado em 2010 para realização de um extenso projeto na bacia do Rio da Prata. Neste amplo projeto foram analisados tanto os microcrustáceos de rios e reservatórios da bacia e de suas áreas adjacentes, bem como diversas variáveis limnológicas.

Aqui serão apresentados os dados referentes à análise dos Cladocera associados à macrófitas de áreas adjacentes aos principais rios e reservatórios da bacia do Rio da Prata. Esta bacia apresenta uma intensa ocupação humana, com uma miríade de utilizações tanto de suas águas como da bacia hidrográfica em si. Por ser a segunda maior bacia da América do Sul, existe também grande variação espacial nas características dos ambientes. Esta variação espacial remete diferentes padrões climáticos e formações geológicas que possivelmente influenciam, assim como a presença humana, a fauna que habita os corpos de água da bacia.

O estudo dos Cladocera no Brasil é desenvolvido por um número de pesquisadores, no entanto, a temática das pesquisas freqüentemente se afasta da distribuição dos organismos e considera muito pouco a categorização taxonômica do grupo. Dessa forma, pretendeu-se dar ênfase na identificação aprofundada e na determinação dos padrões de distribuição desses organismos na bacia. Dados desse cunho permitem uma análise mais realista da aplicabilidade de propostas atuais da biogeografia do grupo.

Os dados obtidos também têm aplicação ecológica, além de biogeográfica, possibilitando a utilização das informações para a determinação de planos de manejo da bacia visando à conservação e preservação de áreas de interesse. Além, auxiliam na demonstração, em larga escala, de como as diferentes utilizações da bacia influenciam os

organismos e alteram os padrões considerados naturais para os tipos de ecossistemas amostrados.

Esta tese trata, efetivamente, de três temas principais: (1) a distribuição e padrões de riqueza dos Cladocera na bacia do Rio da Prata; (2) a utilização do espaço pelos Cladocera em áreas alagadas, principalmente a associação dos mesmos a macrófitas aquáticas; (3) a influência que os diferentes empreendimentos humanos exercem sobre as comunidades de Cladocera na bacia e o potencial de bioindicação desses organismos.

A contribuição aqui dada é pioneira no que diz respeito à análise em ampla escala desses organismos, com a aplicação de metodologia padronizada e considerando fatores históricos e contemporâneos para a interpretação dos dados.

A distribuição e padrões de riqueza dos cladóceros na bacia são tratados no capítulo 1. A utilização do espaço por esses organismos e a influência de técnicas amostrais são tratadas no capítulo 2. O capítulo 3 traz a análise sobre a influência das atividades humanas sobre esses microcrustáceos e o potencial de bioindicação dos mesmos. Os apêndices 1 e 2 são manuscritos gerados a partir dos dados do projeto, mas que optou-se por apresentar de forma separada para uma melhor fluidez da tese. O anexo 1 traz fotos dos pontos de coleta e das técnicas amostrais utilizadas. Por último, o anexo 2 traz ilustrações de alguns táxons encontrados nesse estudo.

Sumário

Resumo.....	i
Capítulo 1.....	1
Resumo.....	1
Introdução.....	2
Material e Métodos.....	4
Resultados.....	9
Discussão.....	50
Conclusão.....	63
Bibliografia.....	64
Capítulo 2	73
Resumo.....	73
Introdução.....	74
Material e Métodos.....	76
Resultados.....	79
Discussão.....	84
Conclusão.....	88
Bibliografia.....	89
Capítulo 3	94
Resumo.....	94
Introdução.....	95
Material e Métodos.....	98
Resultados.....	102
Discussão.....	111
Conclusão.....	117
Bibliografia.....	118
Apêndice 1.....	125
Apêndice 2.....	152
Anexo 1.....	164
Anexo 2.....	174

RESUMO

A bacia do Rio da Prata é a segunda maior da América do Sul e a mais densamente povoada. Nela são desenvolvidas diversas atividades humanas e são observadas variações climáticas e geológicas devido à grande extensão espacial. Esta bacia possuiu inúmeras áreas alagadas adjacentes aos seus principais rios, os quais foram intensamente barrados em alguns trechos. Nesse tipo de habitat é marcante a presença de macrófitas aquáticas, às quais estão associados inúmeros organismos, dentre eles os Cladocera, crustáceos microscópicos cuja maior diversidade pode ser encontrada em águas continentais. Apesar de presentes em muitos estudos no continente Sul Americano, esse grupo raramente tem sua taxonomia e distribuição geográfica analisadas, principalmente em grandes escalas como a de uma bacia do porte da do Rio da Prata. Os objetivos principais desse trabalho são: (1) analisar a distribuição e padrões de riqueza de espécies de Cladocera na bacia; (2) analisar os padrões de associação dos Cladocera com as macrófitas aquáticas das áreas adjacentes e (3) avaliar a influência das atividades humanas nas comunidades desses microcrustáceos. Foi encontrado um elevado número de espécies na bacia, constituindo praticamente dois terços do total conhecido para a região Neotropical. Foram identificadas três espécies possivelmente desconhecidas à ciência. Os dados obtidos demonstraram que os Cladocera apresentam um padrão de distribuição de espécies na bacia diferente daquele proposto em estudos biogeográficos recentes. A associação das diferentes espécies de Cladocera com as macrófitas vai além da complexidade da mesma, sendo o tipo de planta importante para a composição específica. Em relação à influência das atividades humanas sobre os Cladocera fica claro que a presença de reservatórios, uso intensivo dos canais fluviais e proximidade a grandes centros urbanos, causam marcadas alterações na estrutura das comunidades, podendo ser os Cladocera utilizados como bioindicadores da manutenção de funções naturais nos ambientes. De forma geral conclui-se que a distribuição desses organismos na bacia é condicionada à presença de habitat favorável suficiente e manutenção de ciclos naturais. Tais características são determinantemente afetadas pelas ações humanas e, portanto, o monitoramento desses organismos pode ser uma ferramenta útil para estratégias de manejo e proteção ambiental.

Palavras-Chave: Cladocera, macrófitas, Rio da Prata, ação antrópica, distribuição de espécies.

Distribuição geográfica de Cladocera (Crustacea Branchiopoda) em áreas alagáveis da bacia do Rio da Prata

José Roberto Debastiani Júnior

Lourdes Maria Abdu El-moor Loureiro

Marcos Gomes Nogueira

Resumo

Cladocera representa um conjunto de crustáceos de origem antiga. Estes organismos estão amplamente distribuídos no planeta, mas em se tratando da região neotropical, pouco se sabe da distribuição de suas espécies. Estudos considerando amplas extensões geográficas são escassos, assim como dados precisos quanto à identificação das espécies. Com o avanço do estudo taxonômico sobre o grupo ao redor do mundo, novas espécies têm sido descritas e, portanto, a riqueza da região Neotropical possivelmente pode ser incrementada com o aumento no número de estudos desse cunho na região. O presente estudo foi realizado ao longo dos principais rios e reservatórios da bacia do Rio da Prata, segunda maior da América do Sul e a mais densamente povoada. Os objetivos foram determinar a distribuição geográfica das espécies e o padrão espacial de riqueza da Superordem Cladocera. A análise em nível de espécie da distribuição desses crustáceos indica uma ampla distribuição espacial, tendo a maioria das espécies caráter raro e ocorrendo associadas às planícies de inundação da porção Oeste da bacia. Uma proposta atual sobre a biogeografia do grupo foi analisada, tendo os resultados demonstrado que a bacia é uma exceção ao padrão proposto. Foram identificadas três possíveis espécies desconhecidas à Ciência e novas ocorrências para o continente.

Palavras-chave: microcrustáceos, variação latitudinal, variação longitudinal, macrófitas, rios, reservatórios

Introdução

Cladocera (Crustacea Branchiopoda) é um grupo zoológico antigo, com algumas linhagens da Família Chydoridae datando de 400 milhões de anos (Sacherová & Hebert, 2003). O grupo é encontrado por todo o mundo, mas apenas nas últimas décadas investigações sobre sua taxonomia e distribuição permitiram a aplicação de teorias biogeográficas (Korovchinsky, 2006).

Mesmo com os recentes avanços, estudos nesta área do conhecimento ainda são escassos, havendo, especialmente para a região Neotropical, falta histórica de informações a respeito da taxonomia e distribuição dos cladóceros (Korovchinsky, 1997). Embora muitas espécies já tenham sido registradas na região (Forró *et al.*, 2008), novas vem sendo descritas (Sinev & Elmoor-Loureiro, 2010) e revisões taxonômicas tanto na região quanto fora dela (Van Damme *et al.*, 2008 e 2011; Elmoor-Loureiro *et al.*, 2013) demonstram uma diversidade recentemente descoberta que provavelmente pode ser ampliada com o incremento de pesquisas no Neotrópico.

Nesta região do globo, a bacia hidrográfica com o maior número de estudos é a bacia do Rio da Prata. Ela é a segunda maior do continente e a mais densamente ocupada pela população humana e suas atividades econômicas. A presença de cladóceros em suas águas é bastante conhecida, como documentado por diversos autores (*e.g.*: Pinto-Coelho *et al.*, 2005; Frutos *et al.*, 2006; José de Paggi & Paggi, 2007; Nogueira *et al.*, 2008; Perbiche-Neves & Nogueira, 2010; Ferrareze & Nogueira, 2011).

Nesta bacia há grande quantidade de áreas adjacentes aos principais corpos de água, caracterizadas por serem rasas e com densa ocupação por macrófitas, facultativa ou permanentemente alagadas. Muitas espécies de

cladóceros apresentam hábito de vida associado com diferentes tipos de plantas aquáticas e com o sedimento e, portanto, as áreas adjacentes potencialmente abrigam um elevado número de espécies dessa Superordem.

De acordo com a proposta de Korovchinsky (2006), a variação latitudinal encontrada na bacia do Rio da Prata faz com que essa possa ser considerada como uma região de transição entre áreas com alta e baixa diversidade de cladóceros. Dessa forma, padrões latitudinais de variação da riqueza podem ser esperados para a bacia. Adicionalmente, existem diferenças marcantes na formação geológica da bacia em seu eixo longitudinal (Potter, 1997), o que também pode levar à presença de gradientes nesta dimensão espacial.

Apesar de a bacia ser relativamente bastante estudada, não existe um trabalho de síntese a respeito do número de espécies de Cladocera e sua distribuição latitudinal e longitudinal, especialmente se considerados corpos de água adjacentes ao canal principal dos grandes rios.

Neste contexto o objetivo deste trabalho é analisar a distribuição latitudinal e longitudinal de Cladocera em áreas adjacentes aos principais rios da bacia do Rio da Prata, de forma a responder duas questões:

1. Como é a distribuição das espécies na bacia?
2. Existem padrões espaciais de variação da riqueza de espécies?

Com os resultados desse estudo pretende-se contribuir com o conhecimento sobre a fauna dos cladóceros e apresentar de forma sintética e de fácil visualização a sua distribuição na bacia, especialmente pontos de alta diversidade, que possam ser considerados como prioritários para esforços de conservação. Esses dados também podem subsidiar estudos biogeográficos sobre os cladóceros da América do Sul.

Metodologia

Área de estudo

A bacia do Rio da Prata tem a segunda maior área de drenagem no continente sul americano ($3,17 \times 10^6 \text{ km}^2$), além de ser a de formação mais antiga, datando do Jurássico-Cretáceo (202 m.a., Stevaux *et al.*, 2004). Ela se estende aproximadamente da latitude $14,5^\circ \text{ S}$ (Sudeste da Bolívia e Centro Oeste do Brasil) até 34° S (Rio da Prata, Argentina/Uruguai) (Fig. 1).

Sua vazão final aproximada é de $22.000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, sendo os principais contribuintes os rios Paraná ($17.000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$) e Uruguai ($5.000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$). Existe ainda um terceiro contribuinte importante, o rio Paraguai, que conflui com o rio Paraná em seu trecho médio.

O alto rio Paraná (Argentina, Paraguai e Brasil) e a maioria de seus tributários (especialmente no Brasil) foram barrados para produção hidroelétrica; o trecho médio (na Argentina e parte no Paraguai) é consideravelmente bem preservado, com apenas uma barragem (reservatório de Yaciretá); e o trecho baixo (também na Argentina) é intensivamente utilizado para transporte fluvial (petróleo e outros materiais) e flui por áreas intensamente urbanizadas da região metropolitana de Buenos Aires.

O rio Paraguai (Argentina, Brasil, Bolívia e Paraguai) não tem barragens ao longo de seu curso. Esta região abriga uma das maiores planícies de inundação do planeta, o Pantanal. Na porção superior deste rio está situada a cidade de Corumbá, um das mais populosas do estado do Mato Grosso do Sul (Brasil).

O rio Uruguai (Argentina, Brasil e Uruguai) se origina da confluência dos rios Pelotas e Canoas, na divisa dos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, no Brasil, e desemboca no Rio da Prata, confluindo com o rio Paraná (Uruguai/Argentina). O rio Uruguai tem amplo potencial hidroelétrico, com uma capacidade total estimada de 40,5kW/km². Em seu trecho superior, este rio corre encaixado em vales profundos e, portanto, não são encontradas áreas adjacentes, mesmo nos reservatórios.

Vinte e três áreas adjacentes da bacia do Rio da Prata, todas conectadas ao corpo de água principal (grandes rios) e colonizadas por macrófitas aquáticas, foram selecionadas para amostragens (Fig. 1). Vinte e umas dessas áreas puderam ser amostradas em ambos os períodos (verão e inverno de 2010), devido ao dessecamento do pontono médio rio Uruguai e no Reservatório de Salto Grande, também no rio Uruguai.

Na sub-bacia do rio Paraná, onze pontos se localizavam em regiões de montante de reservatórios e cinco em trechos de rio livres de barramentos. Na sub-bacia do rio Paraguai todos os três pontos amostrados foram de trechos livres. Na sub-bacia do rio Uruguai dois pontos foram coletados em trechos livres e um na região de montante do reservatório de Salto Grande. Por fim, um ponto foi amostrado no Rio da Prata.

A codificação para os trechos livres de barramento é RPR para sub-bacia do rio Paraná, RPG para a do rio Paraguai, RUR para a do Uruguai e RPL para o Rio da Prata. Os reservatórios foram codificados segundo seus nomes (e.g.: JUR para Jurumirim e ROS para Rosana). A legenda da Figura 1 mostra a descrição completa dos nomes e códigos.

Em cada ponto os cladóceros foram coletados utilizando-se duas metodologias, para que se pudesse investigar detalhadamente a diversidade deste grupo. Foram feitos arrastos horizontais (5m) adjacentes aos bancos de macrófitas com rede de plâncton (68µm) e varreduras dentro dos bancos com rede manual tipo puçá (68µm). Dessa forma, tanto os organismos planctônicos quanto fitófilos e eventualmente também os bentônicos, poderiam ser amostrados eficientemente. As amostras foram acondicionadas em frascos plásticos e fixadas em formol com concentração final de 4%. Amostras fixadas diretamente em etanol também foram obtidas, para eventuais estudos de genética molecular.

Em laboratório os cladóceros foram identificados até o nível de espécie, através de microscopia de luz. Foi feito um esforço para utilizar as mais recentes atualizações taxonômicas nestas identificações. A literatura utilizada abrangeu guias clássicos (Korovchinsky, 1992; Smirnov, 1992 e 1996; Elmoor-Loureiro, 1997; Orlova-Bienkowskaja, 1998; Kořínek, 2002; Kotov&Stifter, 2006) e revisões recentes (Dumont *et al.*, 2002; Van Damme *et al.*, 2008, 2010 e 2011; Sinev&Elmoor-Loureiro, 2010; Elmoor-Loureiro *et al.*, 2013).

Análise dos dados

Padrões de Riqueza

Para avaliar se a distribuição de espécies na bacia é baseada na proximidade dos pontos de coleta, foram utilizados os dados qualitativos (composição taxonômica) obtidos a partir das identificações para realizar testes

de Mantel no programa PC-ORD 5. Com matrizes binárias de presença e ausência dos cladóceros foi calculada a similaridade entre os pontos de coleta (coeficiente de Jaccard - programa NTSYSpc 2.1) em nível de espécie para a comunidade em geral e para as Famílias e Subfamílias (a última apenas para Chydoridae). A similaridade obtida foi então correlacionada com o posicionamento geográfico no teste de Mantel.

O número total de espécies, bem como das diferentes Famílias (Subfamílias para Chydoridae) em cada ponto amostral foi representado por ilustrações para melhor visualização de tendências espaciais. Adicionalmente, gráficos de contorno sobre a distribuição geográfica esperada do número de espécies na bacia (baseados nos dados desse trabalho apenas) foram criados com o programa Origin8.

Korovchinsky(2006) propõe que Cladocera é um grupo relictual, com distribuição disjunta, apresentando maior riqueza nas regiões temperadas quentes. Uma vez que a área amostral do presente trabalho representaria uma região de transição entre baixa e alta riqueza de espécies da proposta acima, uma análise de regressão simples foi utilizada para determinar se a latitude pode ser uma preditora da riqueza de espécies. Esta análise também foi realizada para a longitude, pois há diferenciados cenários geológicos de leste a oeste nesta bacia (Potter, 1997), o que poderia influenciar na disponibilidade de habitat e história evolutiva das espécies.

Resultados

Padrões de riqueza

Foram identificadas 87 espécies neste estudo (Tab. 1), sendo que 72 ocorreram no inverno e 84 no verão.

Em ambos os períodos de amostragem a maior riqueza (mais de 25 espécies por ponto) foi registrada entre o alto rio Paraguai e baixo rio Paraná (Figs. 2A e B e 3A e B), um trecho bastante longo ao qual estão associadas extensas planícies de inundação e zonas úmidas. Também foi identificada alta riqueza nas zonas de montante dos reservatórios de Jurumirim e Itaipu, nos dois períodos de estudo (Figs. 2A e B e 3A e B).

No verão a menor riqueza foi registrada no Rio da Prata (8 espécies, Fig. 2A e B) e no inverno nos reservatórios de Yacyreta e Salto Caxias (6 e 5 espécies, respectivamente, Fig. 3A e B).

Considerando o número total de espécies de Cladocera, os modelos de regressão (Fig. 2C₁₋₂) não foram significativos no verão. No entanto, o teste de Mantel foi altamente significativo para a correlação entre a proximidade dos pontos de coleta e a composição específica (Fig. 2D). O mesmo padrão para as regressões foi observado no inverno (Fig. 3C₁₋₂), no entanto, o teste de Mantel também não foi significativo nesse período (Fig. 3D).

Tabela 1. Espécies da Superordem Cladocera encontradas na bacia do Rio da Prata durante o período de estudo.

Bosminidae Sars, 1865

Bosmina freyi De Melo & Hebert, 1994
Bosmina hagmanni Stingelin, 1904
Bosmina huaronensis Delachaux, 1918
Bosmina cf. *tubicen* Brehm, 1953
Bosminopsis deitersi Richard, 1895

Chydoridae Stebbing, 1902

Aloninae Frey, 1967

Acroperus tupinamba Sinev & Elmoor-Loureiro, 2010
Alona cf. *broaensis* Smirnov & Matsumura-Tundisi 1984
Alona dentifera (Sars, 1901)
Alona glabra Sars, 1901
Alona cf. *guttata* Sars, 1862
Alona iheringula Kotov & Sinev, 2004
Alona ossiani Sinev, 1998
Alona yara Sinev & Elmoor-Loureiro, 2010
Anthalona cf. *simplex* van Damme, Sinev & Dumont, 2011
Anthalona verrucosa (Sars, 1901)
Bergamina lineolata (Sars, 1901)
Camptocercus australis Sars, 1896
Coronatella monacantha (Sars, 1901)
Coronatella cf. *poppei* (Richard, 1897)
Euryalona brasiliensis Brehm & Thomsen, 1936
Euryalona orientalis (Daday, 1898)
Graptoleberis occidentalis Sars, 1901
Karualona muelleri (Richard, 1897)
Kurzia polyaspina Hudec, 2000
Leberis davidi (Richard, 1895)
Leydigia striata Berabén, 1939
Leydigiopsis ornata Daday, 1905
Matralona cf. Van Damme & Dumont, 2009
Nicsmirnovius cf. *fitzpatricki* (Chien, 1970)
Notoalona sculpta (Sars, 1901)
Ovalona sp. n1 (?)
Oxyurella ciliata Bergamin, 1939
Oxyurella longicaudis (Birge, 1910)
Parvalona parva (Daday, 1905)

Chydorinae Stebbing, 1902

Alonella clathratula Sars, 1986
Alonella dadayi Birge, 1910
Chydorus dentifer Dadayi 1905
Chydorus nitidulus (Sars, 1901)
Chydorus parvireticulatus Frey, 1987
Chydorus pubescens Sars, 1901
Chydorus eurynotus Sars, 1901
Chydorus cf. *sphaericus* sens. lat.
Chydorus sp. n1 (?)
Dadaya macrops (Daday, 1898)
Disparalona cf. *hamata* (Birge, 1879)
Disparalona leptorhyncha Smirnov, 1996

Dunhevedia cf. *colombiensis* Stingeling, 1913
Dunhevedia crassa King, 1853
Dunhevedia odontoplax Sars, 1901
Ephemeroporus cf. *acanthodes* Frey, 1982
Ephemeroporus barroisi (Richard, 1984)
Ephemeroporus hybridus (Daday, 1905)
Ephemeroporus tridentatus (Bergamin, 1939)
Picripleuroxus similis (Vavra, 1900)
Pseudochydorus globosus (Baird, 1850)

Daphniidae Straus, 1820

Ceriodaphnia cornuta Sars, 1885
Ceriodaphnia cf. *richardi* Sars, 1901
Ceriodaphnia silvestrii Daday, 1902
Daphnia ambigua Scourfield, 1947
Daphnia gessneri Herbst, 1967
Daphnia laevis Birge, 1878
Scapholeberis armata freyi Herrick, 1882
Simocephalus acutirostratus (King, 1853)
Simocephalus latirostris Stingelin 1906
Simocephalus semiserratus Sars, 1901
Simocephalus serrulatus (Koch, 1841)

Ilyocryptidae Smirnov, 1992

Ilyocryptus cf. *elegans* Paggi, 1992
Ilyocryptus spinifer Herrick, 1882

Macrothricidae Norman & Brandy, 1867

Grimaldina brazzai Richard, 1892
Guernella raphaelis Richard, 1892
Onchobunops tuberculatus Fryer & Paggi, 1972
Macrothrix elegans Sars, 1901
Macrothrix paulensis Sars, 1901
Macrothrix sp. n1 (?)
Macrothrix squamosa Sars, 1901

Moinidae Goulden, 1968

Moina micrura Kurz, 1875
Moina minuta Hansen, 1899
Moina reticulata (Daday, 1905)
Moinodaphnia macleayi (King, 1853)

Sididae Baird, 1850

Diaphanosoma birgei Korineck, 1981
Diaphanosoma brevireme Sars, 1901
Diaphanosoma fluviatile Hansen, 1899
Diaphanosoma spinulosum Herbst, 1975
Latonopsis australis Sars, 1888
Pseudosida ramosa (Daday, 1904)
Sarsilatona cf. *behningi* Korovchinsky, 1985
Sarsilatona serricauda (Sars, 1901)

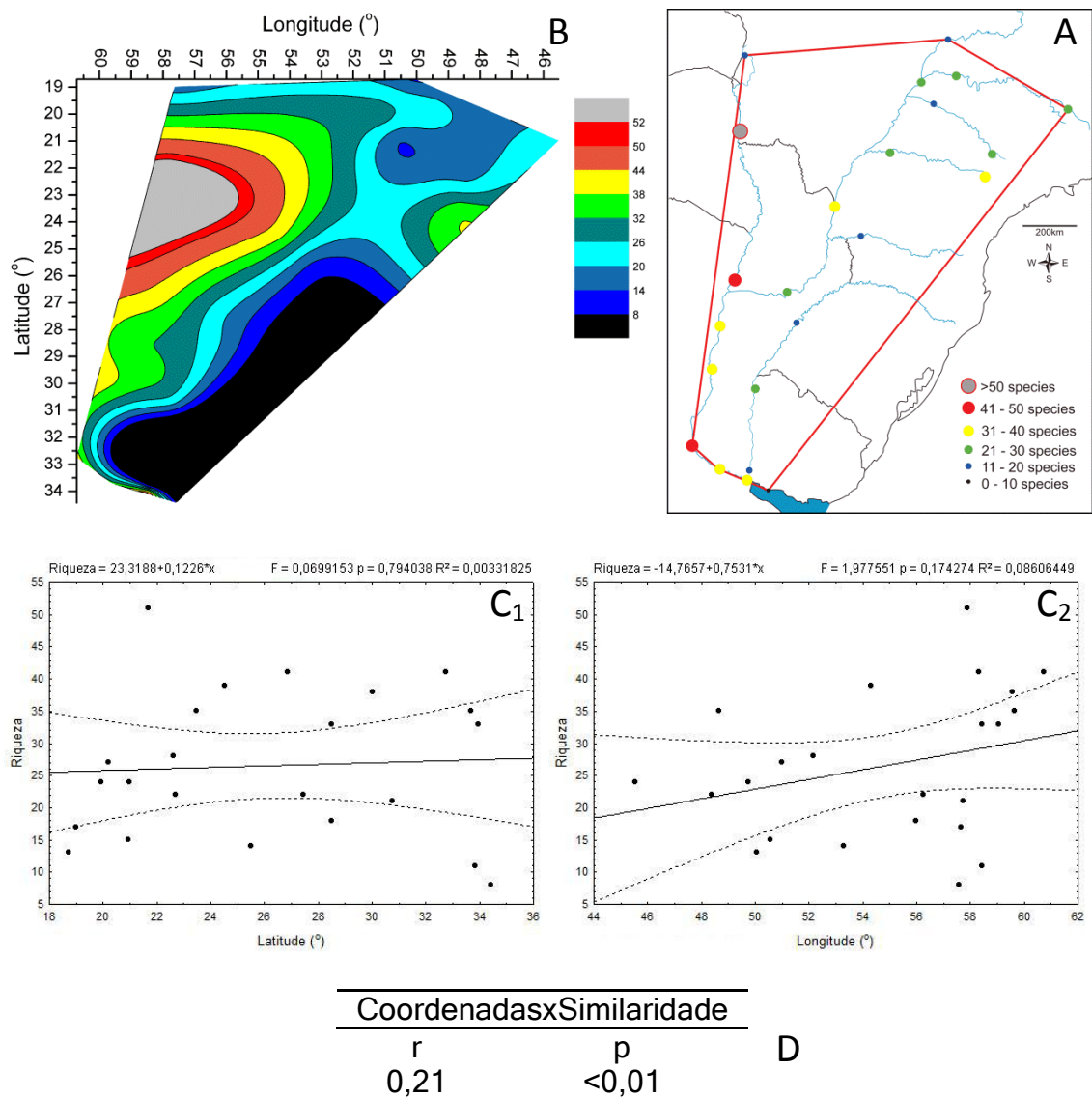


Figura 2. Número de espécies da Superordem Cladocera nos pontos de coleta (A), variação espacial esperada do número de espécies na área amostrada da bacia do Rio da Prata (B), modelos de regressão para a latitude (C₁) e longitude (C₂), e resultado do teste de Mantel (D) relativos ao verão. A linha vermelha no mapa (A) corresponde à área do gráfico de contorno (B).

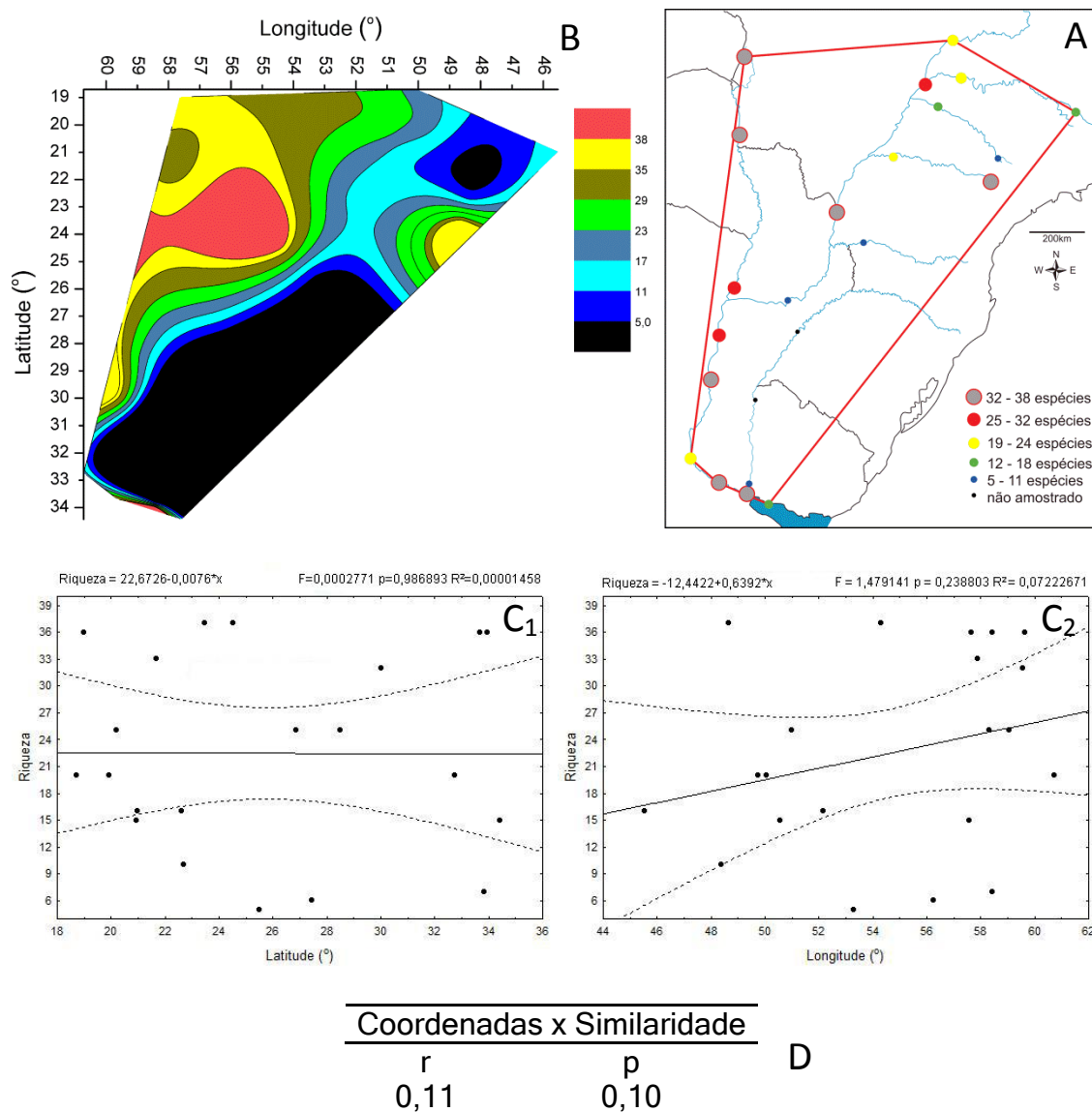


Figura 3. Número de espécies da Superordem Cladocera nos pontos de coleta (A), variação espacial esperada do número de espécies na área amostrada da bacia do Rio da Prata (B), modelos de regressão para a latitude (C₁) e longitude (C₂), e resultado do teste de Mantel (D) relativos ao inverno. A linha vermelha no mapa (A) corresponde à área do gráfico de contorno (B).

A maior riqueza foi registrada para a Família Chydoridae, tendo sido observadas 28 espécies da Subfamília Aloninae no verão e 24 no inverno (Figs. 4A e B e 5A e B, respectivamente). Os Chydorinae apresentaram 20 espécies no verão (Fig. 6A e B) e 17 no inverno (Fig. 7A e B).

Nenhuma das regressões (Figs. 4C₁₋₂ e 5C₁₋₂) ou teste de Mantel (Figs. 4D e 5D) realizados para a Subfamília Aloninae, tanto no verão quanto no inverno, foi significativa.

No período de verão a Subfamília Chydorinae teve sua similaridade significativamente correlacionada com a proximidade dos pontos (Fig. 6D), o que não foi observado no inverno (Fig. 7D). Em relação aos eixos geográficos, a riqueza dessa Subfamília pôde ser significativamente prevista pela longitude durante o inverno (Fig. 7C₂), mas nenhuma outra relação significativa foi observada (Figs. 6C₁₋₂ e 7C₁).

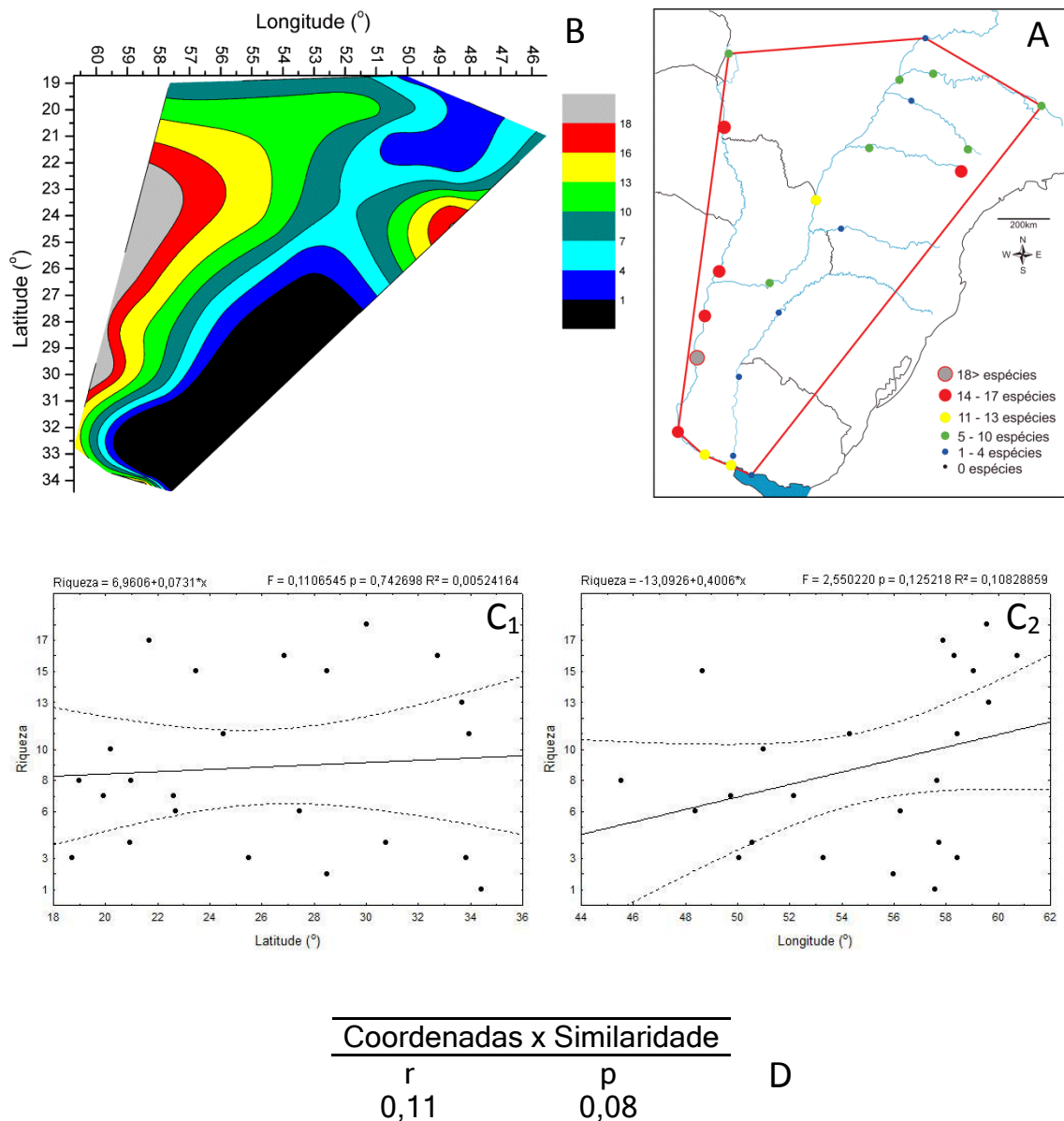


Figura 4. Número de espécies da Subfamília Aloninae nos pontos de coleta (A), variação espacial esperada do número de espécies na área amostrada da bacia do Rio da Prata (B), modelos de regressão para a latitude (C₁) e longitude (C₂), e resultado do teste de Mantel (D) relativos ao verão. A linha vermelha no mapa (A) corresponde à área do gráfico de contorno (B).

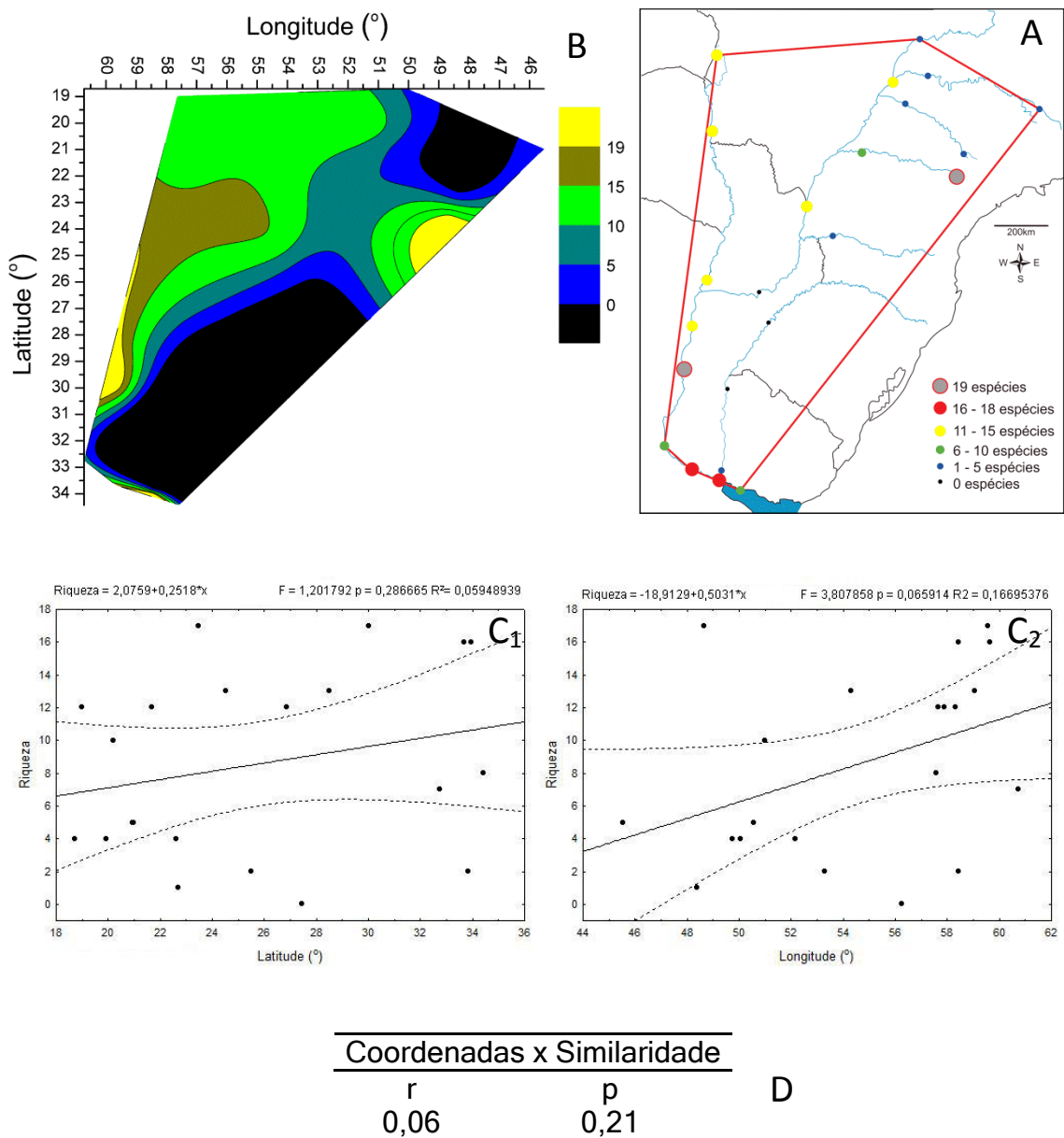


Figura 5. Número de espécies da Subfamília Aloninae nos pontos de coleta (A), variação espacial esperada do número de espécies na área amostrada da bacia do Rio da Prata (B), modelos de regressão para a latitude (C₁) e longitude (C₂), e resultado do teste de Mantel (D) relativos ao inverno. A linha vermelha no mapa (A) corresponde à área do gráfico de contorno (B).

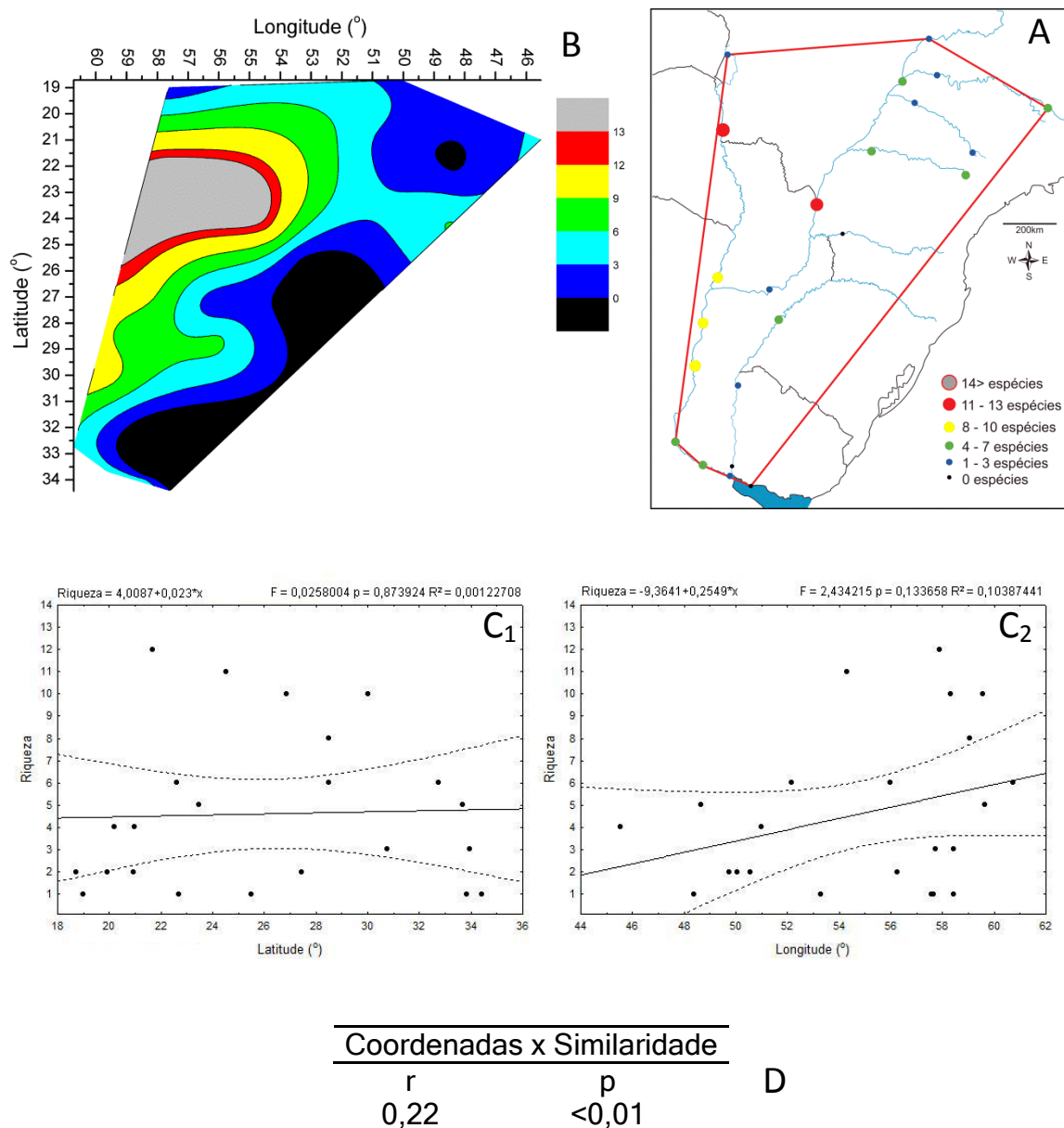


Figura 6. Número de espécies da Subfamília Chydorinae nos pontos de coleta (A), variação espacial esperada do número de espécies na área amostrada da bacia do Rio da Prata (B), modelos de regressão para a latitude (C₁) e longitude (C₂), e resultado do teste de Mantel (D) relativos ao verão. A linha vermelha no mapa (A) corresponde à área do gráfico de contorno (B).

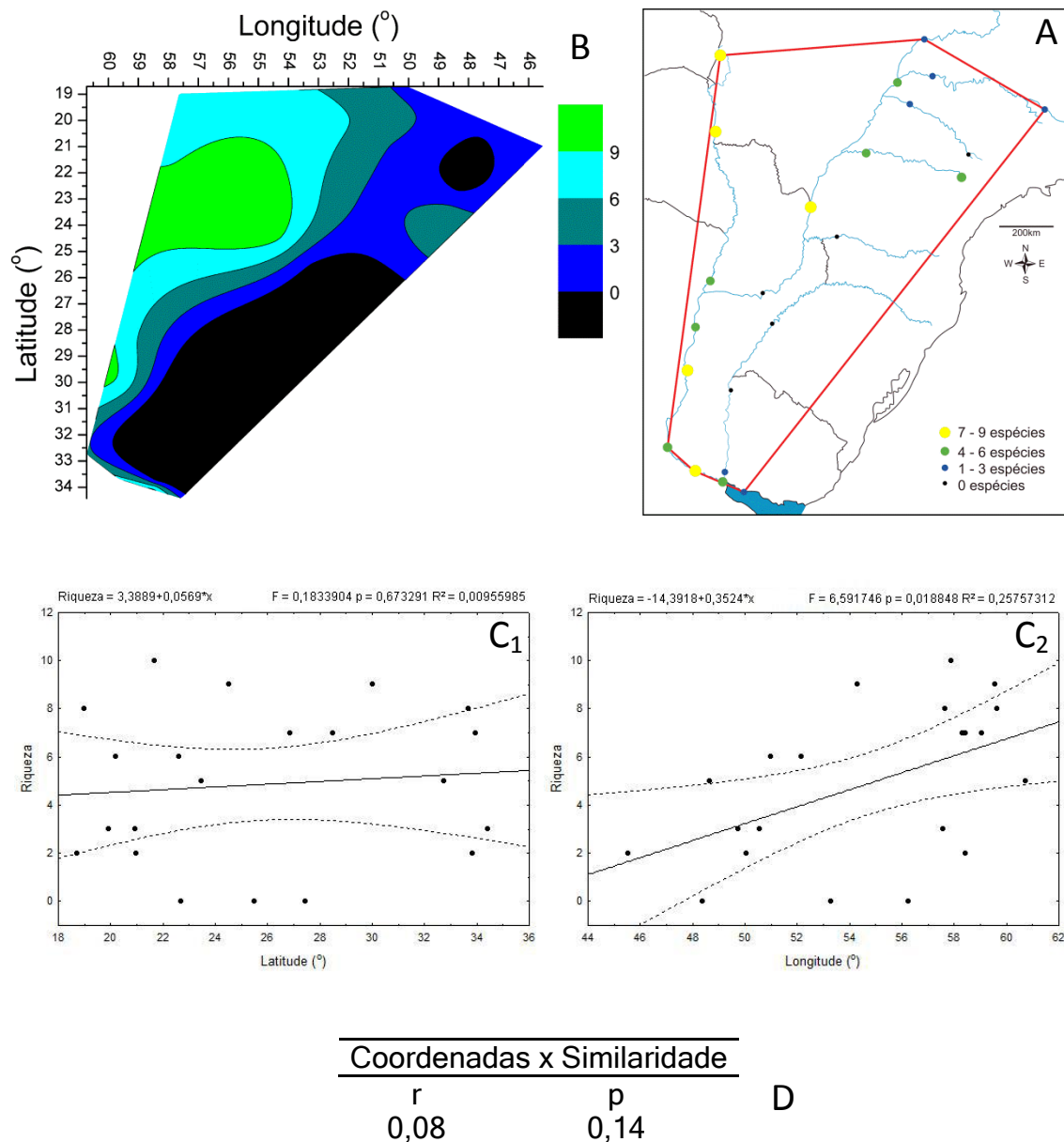


Figura 7. Número de espécies da Subfamília Chydorinae nos pontos de coleta (A), variação espacial esperada do número de espécies na área amostrada da bacia do Rio da Prata (B), modelos de regressão para a latitude (C₁) e longitude (C₂), e resultado do teste de Mantel (D) relativos ao inverno. A linha vermelha no mapa (A) corresponde à área do gráfico de contorno (B).

As Figuras 8 e 9 ilustram os dados obtidos para a Família Bosminidae. Observa-se que a distribuição no verão (Fig. 8 A e B) foi mais homogênea que no inverno (Fig. 9 A e B). Foram registradas 5 espécies em ambos os períodos, 4 pertencentes ao gênero *Bosmina* e uma ao gênero *Bosminopsis*. Em geral os bosminídeos não tiveram relação significativa com o espaço geográfico, seja em função de variação latitudinal (Figs. 8C₁ e 9C₁) e longitudinal (Fig. 8C₂), seja em função da proximidade dos pontos de coleta (Figs. 8D e 9D). Exceção ocorreu no inverno, quando a longitude (Fig. 9C₂) foi significativa como preditora da riqueza.

Para a Família Daphniidae foram registradas 11 espécies, sendo 10 no verão e 10 no inverno. Não houve grande variação no número de espécies por ponto entre os períodos (Figs. 10A e B e 11A e B). Apenas no último ponto do rio Paraná (PRL3) houve aumento considerável de espécies, no inverno (Fig. 11A e B). Apesar de a riqueza de Daphniidae não ter sido significativamente explicada pelos eixos geográficos (Figs. 10C₁₋₂ e 11C₁₋₂), a composição foi sempre marginalmente correlacionada à proximidade dos pontos de amostragem (Figs. 10D e 11D).

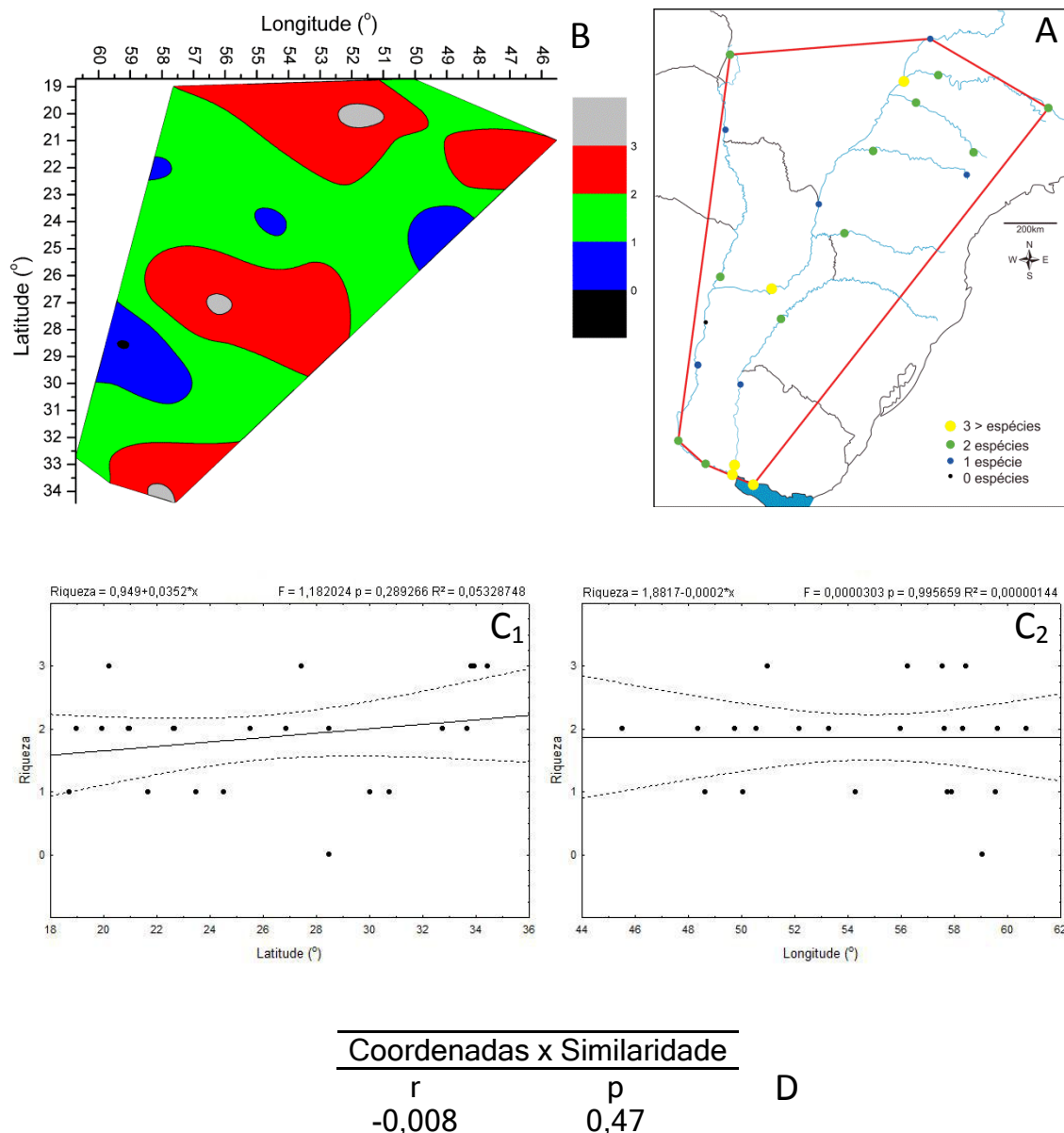


Figura 8. Número de espécies da Família Bosminidae nos pontos de coleta (A), variação espacial esperada do número de espécies na área amostrada da bacia do Rio da Prata (B), modelos de regressão para a latitude (C₁) e longitude (C₂), e resultado do teste de Mantel (D) relativos ao verão. A linha vermelha no mapa (A) corresponde à área do gráfico de contorno (B).

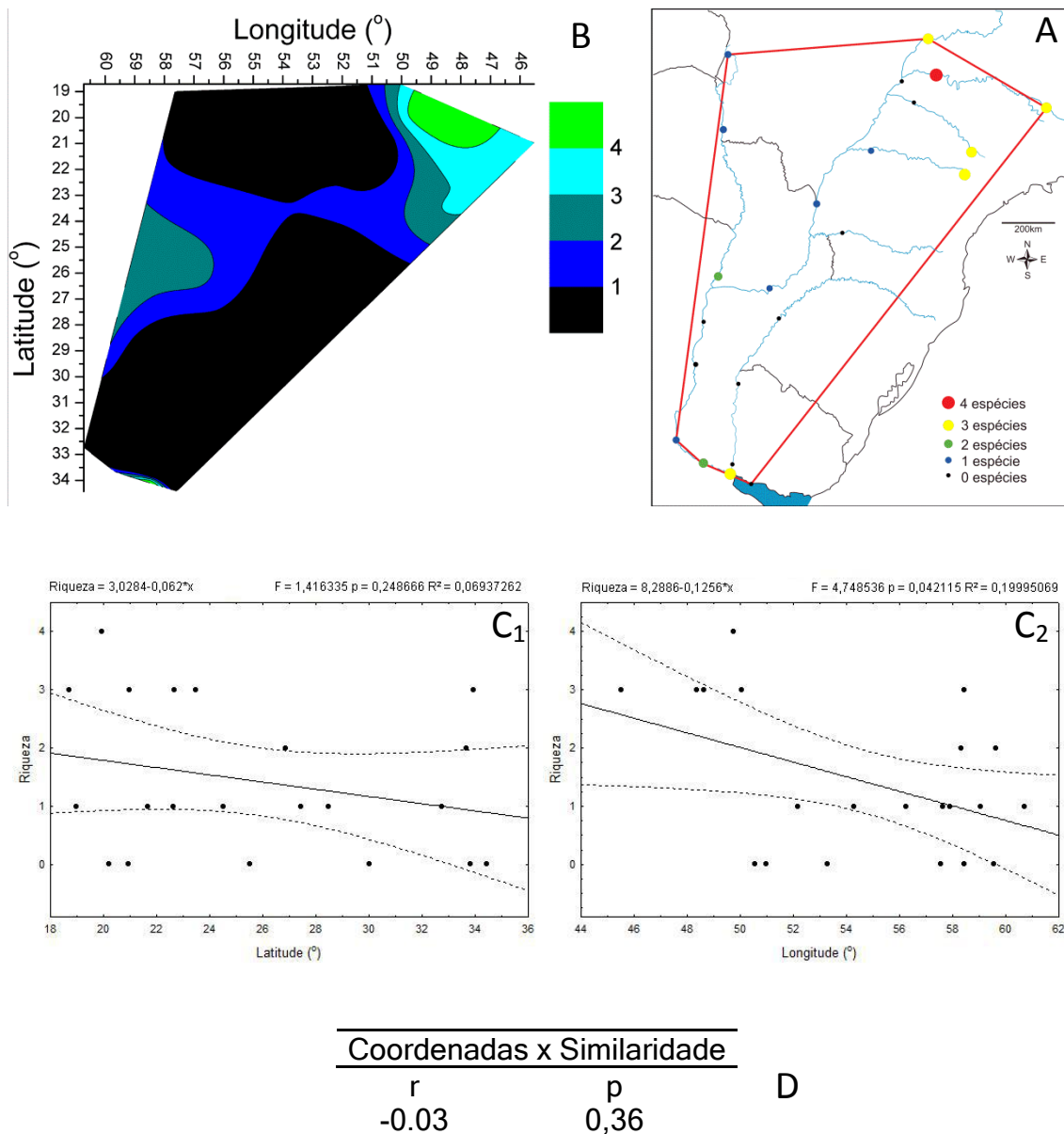


Figura 9. Número de espécies da Família Bosminidae nos pontos de coleta (A), variação espacial esperada do número de espécies na área amostrada da bacia do Rio da Prata (B), modelos de regressão para a latitude (C₁) e longitude (C₂), e resultado do teste de Mantel (D) relativos ao inverno. A linha vermelha no mapa (A) corresponde à área do gráfico de contorno (B).

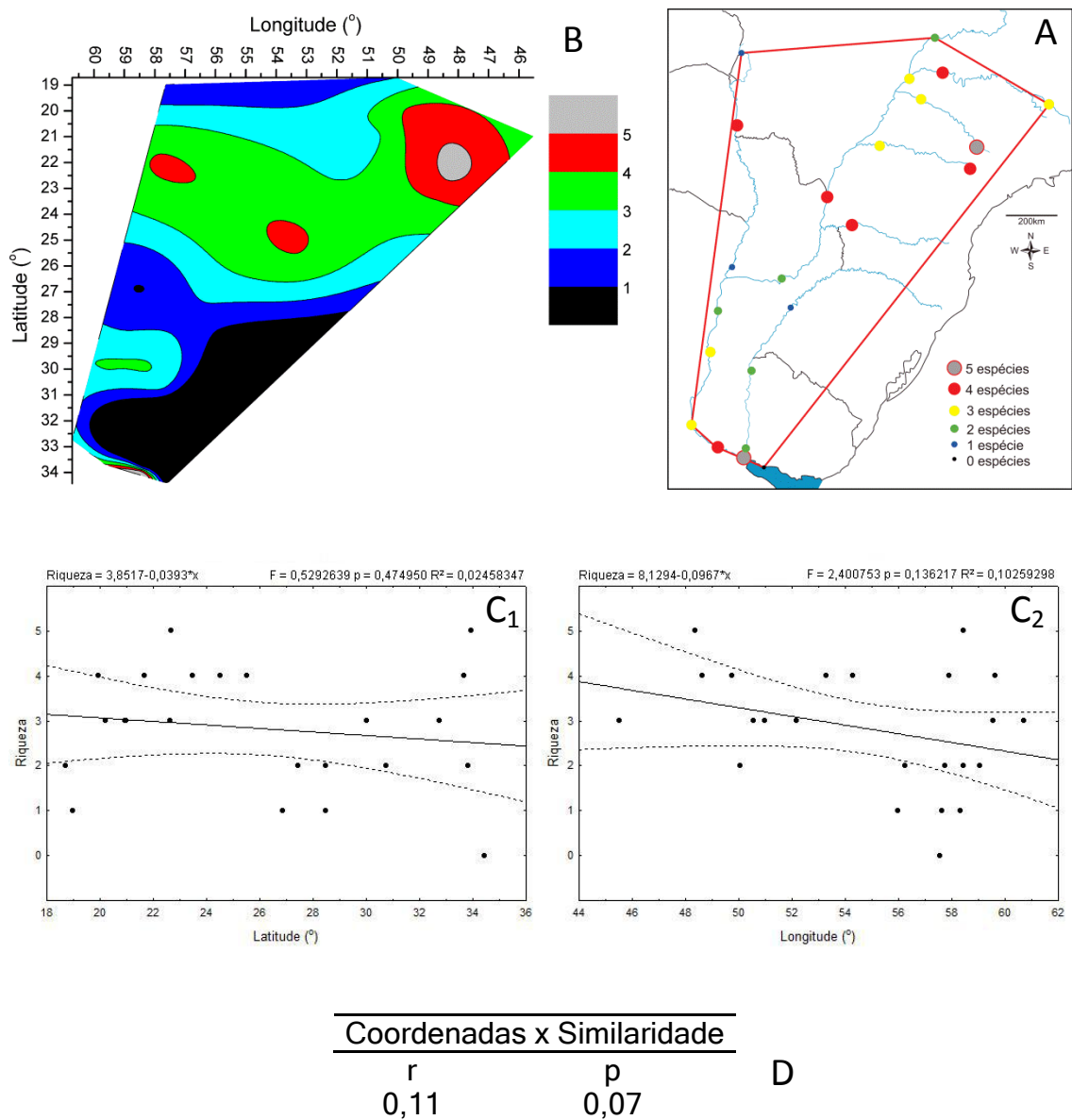


Figura 10. Número de espécies da Família Daphniidae nos pontos de coleta (A), variação espacial esperada do número de espécies na área amostrada da bacia do Rio da Prata (B), modelos de regressão para a latitude (C₁) e longitude (C₂), e resultado do teste de Mantel (D) relativos ao verão. A linha vermelha no mapa (A) corresponde à área do gráfico de contorno (B).

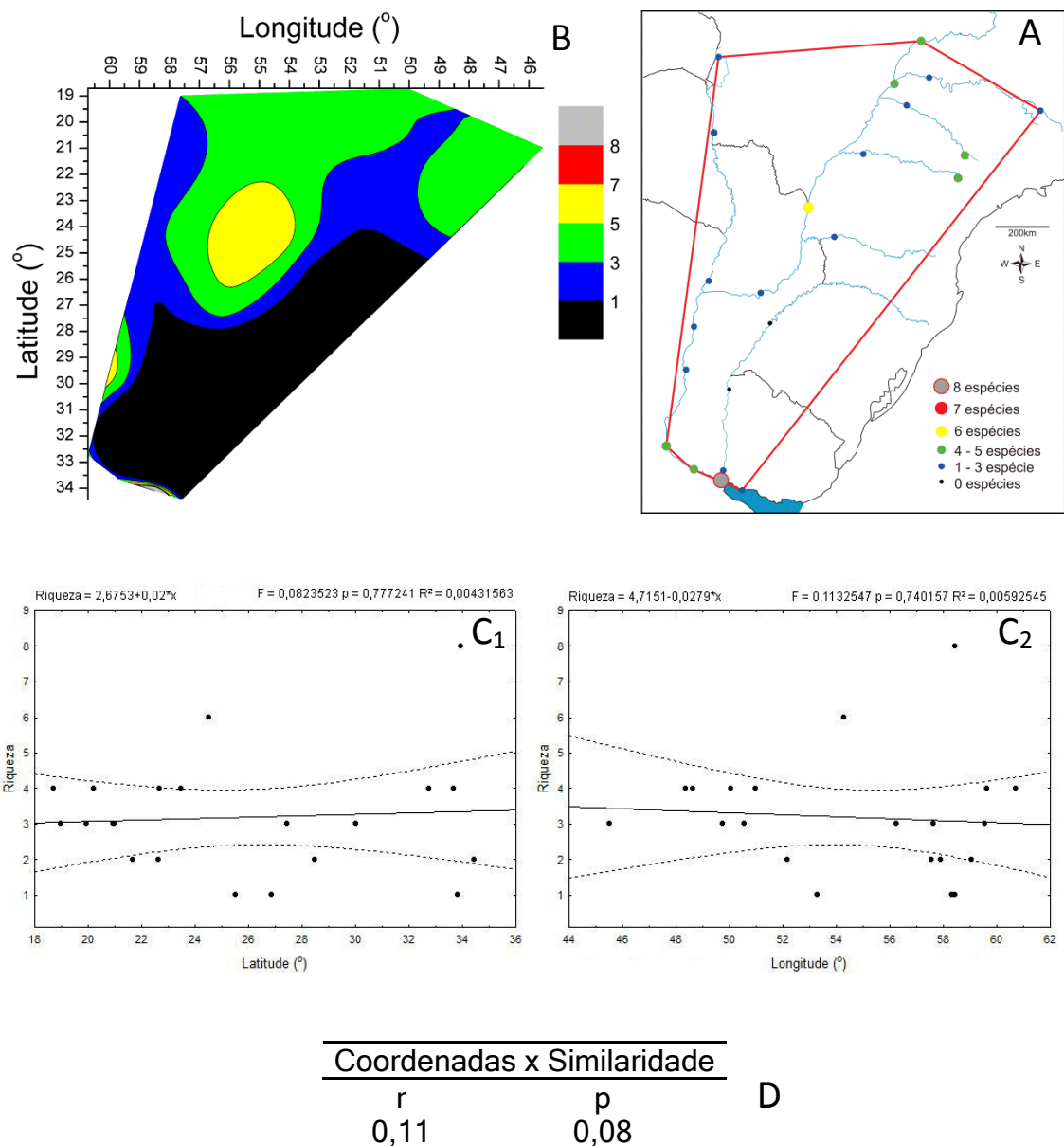


Figura 11. Número de espécies da Família Daphniidae nos pontos de coleta (A), variação espacial esperada do número de espécies na área amostrada da bacia do Rio da Prata (B), modelos de regressão para a latitude (C₁) e longitude (C₂), e resultado do teste de Mantel (D) relativos ao inverno. A linha vermelha no mapa (A) corresponde à área do gráfico de contorno (B).

A Família Macrothricidae teve um número maior de espécies registrado no período de verão (8 espécies, Fig. 12) comparado ao inverno (6 espécies, Fig. 13). A riqueza dessa Família foi significativamente relacionada à latitude durante o inverno (Fig. 13C₁), mas nenhuma outra relação com os eixos geográficos foi evidenciada (Figs. 12 C₁₋₂ e 13C₂). A similaridade da composição de espécies foi significativamente correlacionada com a proximidade dos pontos no verão (Fig. 12D), mas não no inverno (Fig. 13D).

Os Sididae apresentaram maior riqueza no verão, 6 espécies (Figs. 14A e B e 15A e B). Destacou-se o reservatório de Jurumirim, onde foram registradas 5 espécies no inverno e 4 no verão. Assim como os Macrothricidae, os Sididae tiveram sua riqueza significativamente explicada pela latitude no inverno (Fig. 15C₁), mas nenhuma outra relação foi encontrada (Figs. 14C₁₋₂ e 15C₂). A proximidade dos pontos de coleta não foi significativamente correlacionada com a similaridade de composição de espécies (Figs. 14D e 15D).

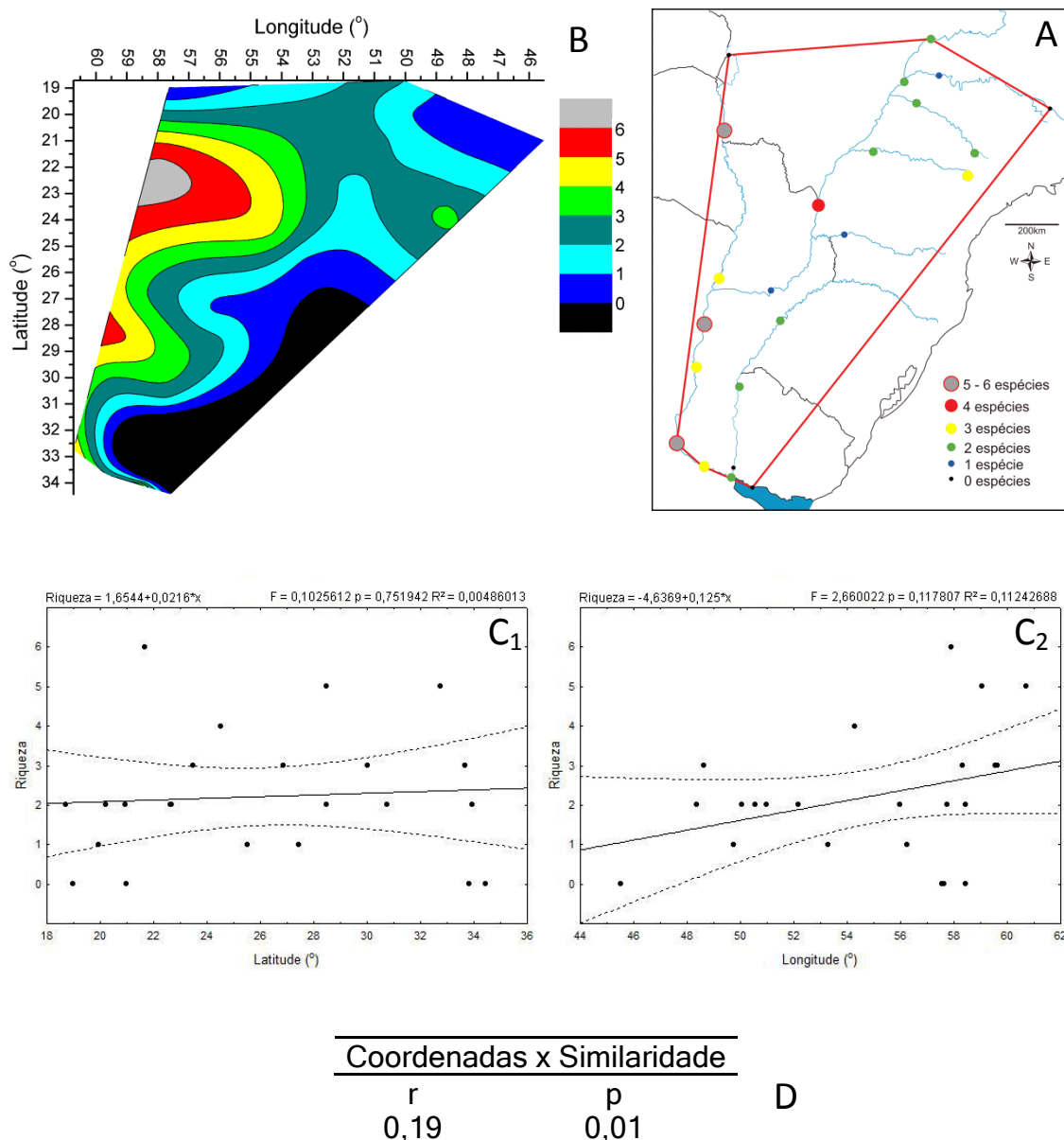


Figura 12. Número de espécies da Família Macrothricidae nos pontos de coleta (A), variação espacial esperada do número de espécies na área amostrada da bacia do Rio da Prata (B), modelos de regressão para a latitude (C₁) e longitude (C₂), e resultado do teste de Mantel (D) relativos ao verão. A linha vermelha no mapa (A) corresponde à área do gráfico de contorno (B).

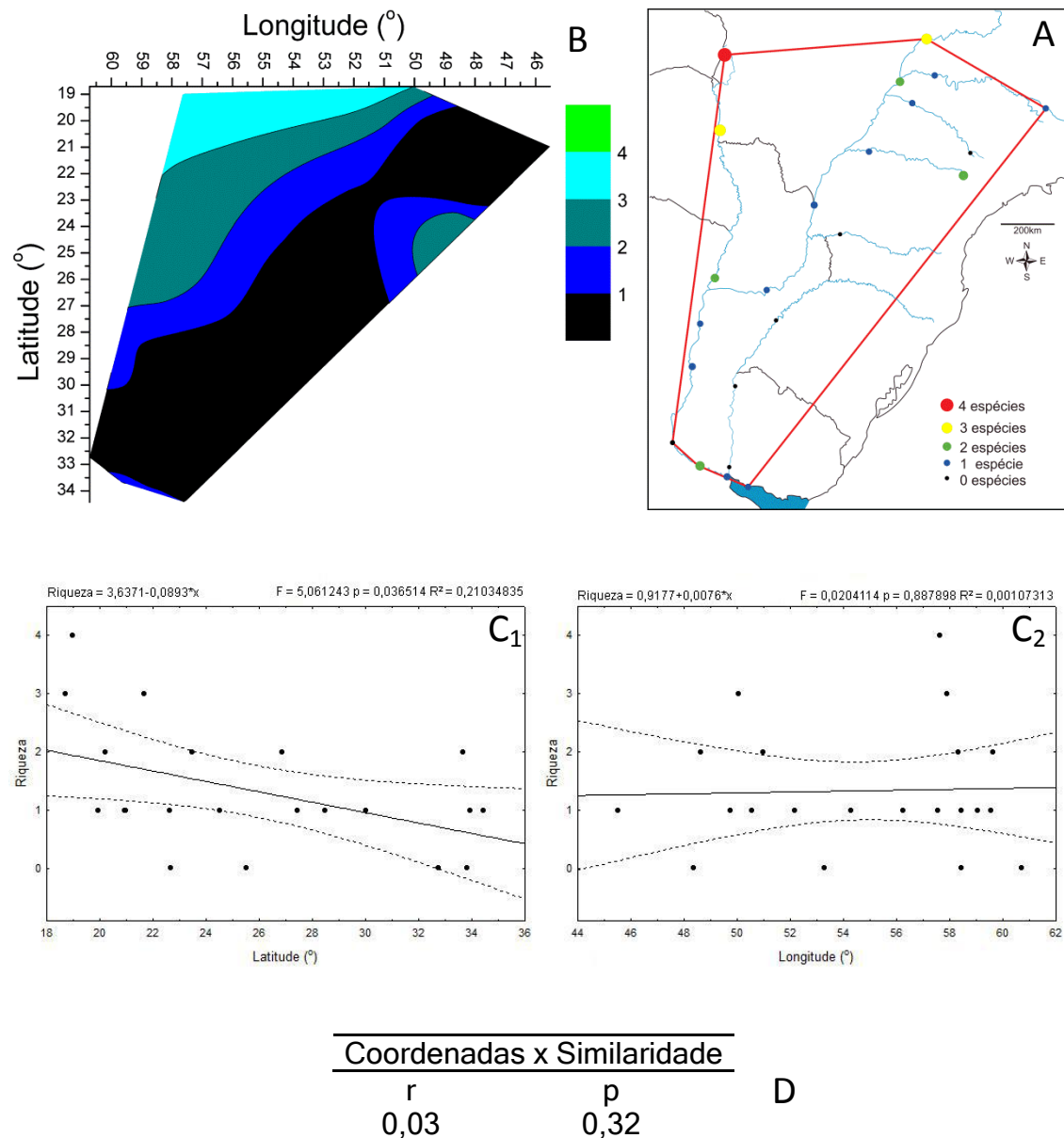


Figura 13. Número de espécies da Família Macrothricidae nos pontos de coleta (A), variação espacial esperada do número de espécies na área amostrada da bacia do Rio da Prata (B), modelos de regressão para a latitude (C₁) e longitude (C₂), e resultado do teste de Mantel (D) relativos ao inverno. A linha vermelha no mapa (A) corresponde à área do gráfico de contorno (B).

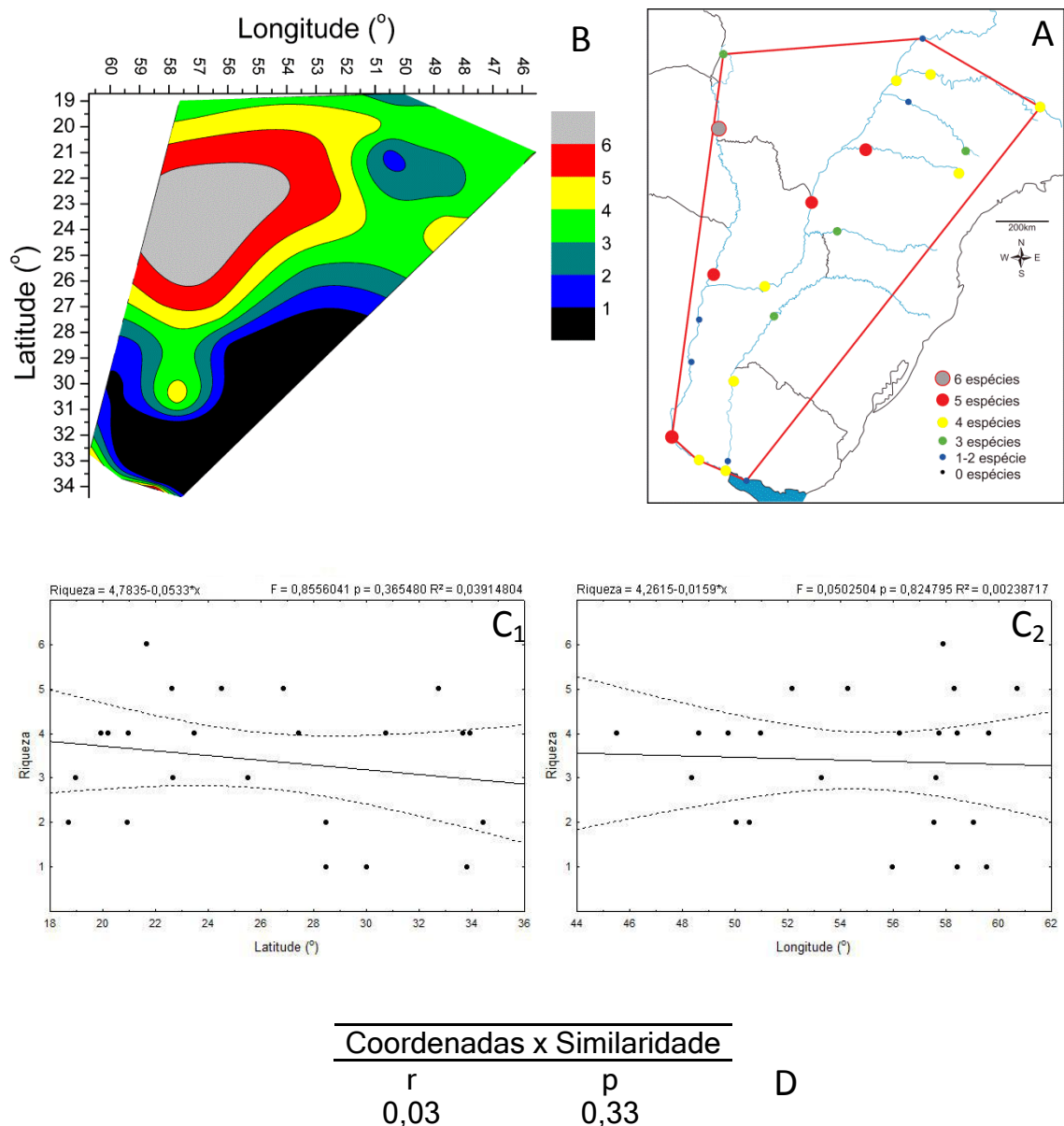


Figura 14. Número de espécies da Família Sididae nos pontos de coleta (A), variação espacial esperada do número de espécies na área amostrada da bacia do Rio da Prata (B), modelos de regressão para a latitude (C₁) e longitude (C₂), e resultado do teste de Mantel (D) relativos ao verão. A linha vermelha no mapa (A) corresponde à área do gráfico de contorno (B).

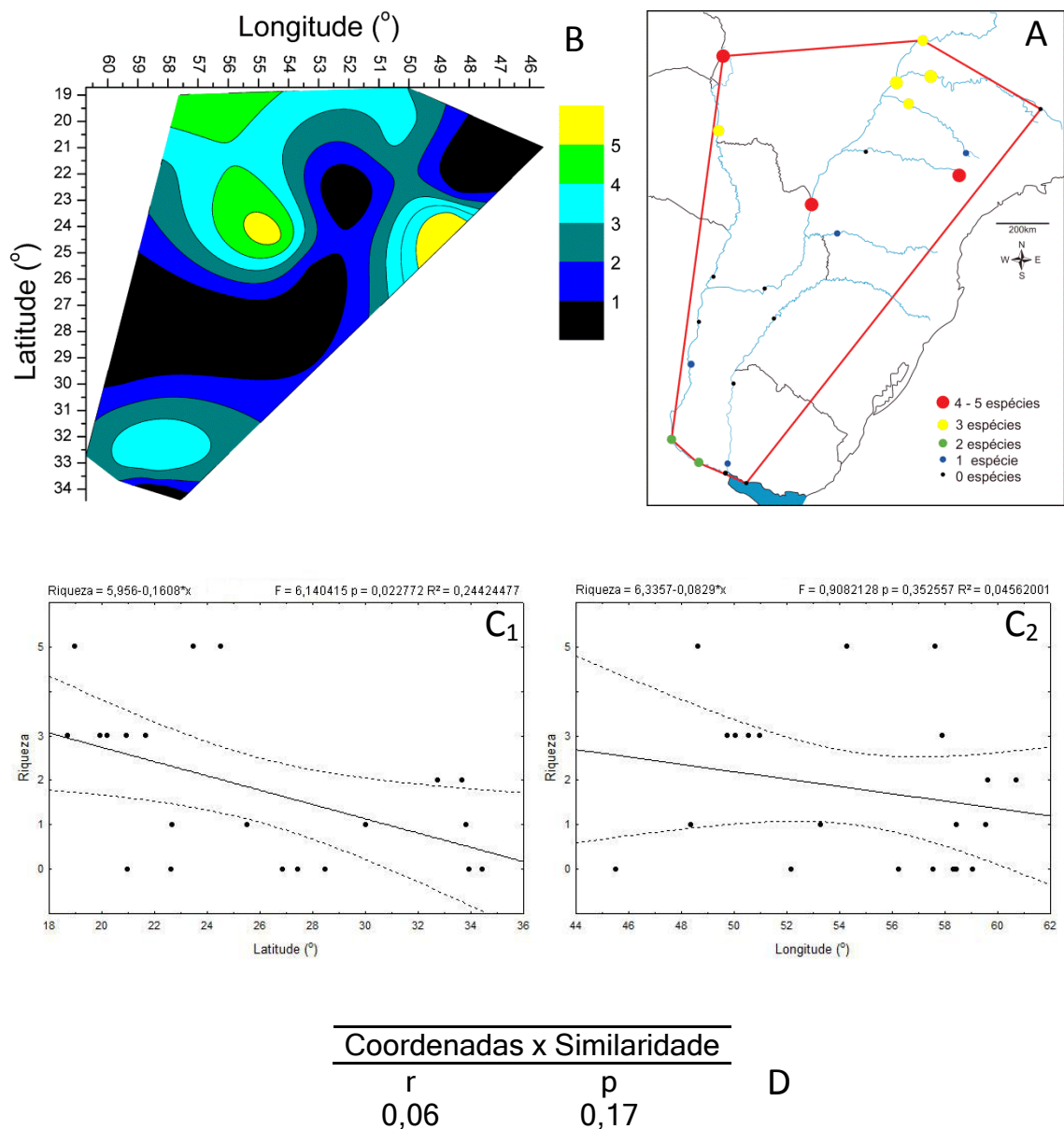


Figura 15. Número de espécies da Família Sididae nos pontos de coleta (A), variação espacial esperada do número de espécies na área amostrada da bacia do Rio da Prata (B), modelos de regressão para a latitude (C₁) e longitude (C₂), e resultado do teste de Mantel (D) relativos ao inverno. A linha vermelha no mapa (A) corresponde à área do gráfico de contorno (B).

A Família Moinidae apresentou diferença considerável entre os períodos, sendo que no inverno apenas duas espécies foram registradas, *Moina minuta* (nos pontos FUR, AVE, ROS, RPRL2, RPGU e RPGM) e *Moinodaphnia macleayi* (nos pontos ITA e RPGU). Esta Família teve apenas 4 espécies registradas em ambos os períodos, com a representação dos dados referentes ao verão expressa na Figura 16. O padrão de variação das espécies demonstra considerável descontinuidade na distribuição (Fig. 16B). O espaço geográfico não influenciou a distribuição dos Moinidae no período de verão (Fig. 16 C₁₋₂ e D). Para o inverno não foram realizadas análises espaciais devido à baixa riqueza e elevada frequência de ausências nas áreas estudadas.

Quanto à Família Ilyocryptidae, esta foi dominada por *Ilyocryptus spinifer* que não foi registrado apenas no reservatório de Três Irmãos (TIR), Rio Tietê, tributário do alto Rio Paraná. Quanto a *I. elegans* este foi registrado apenas no Rio da Prata, no verão.

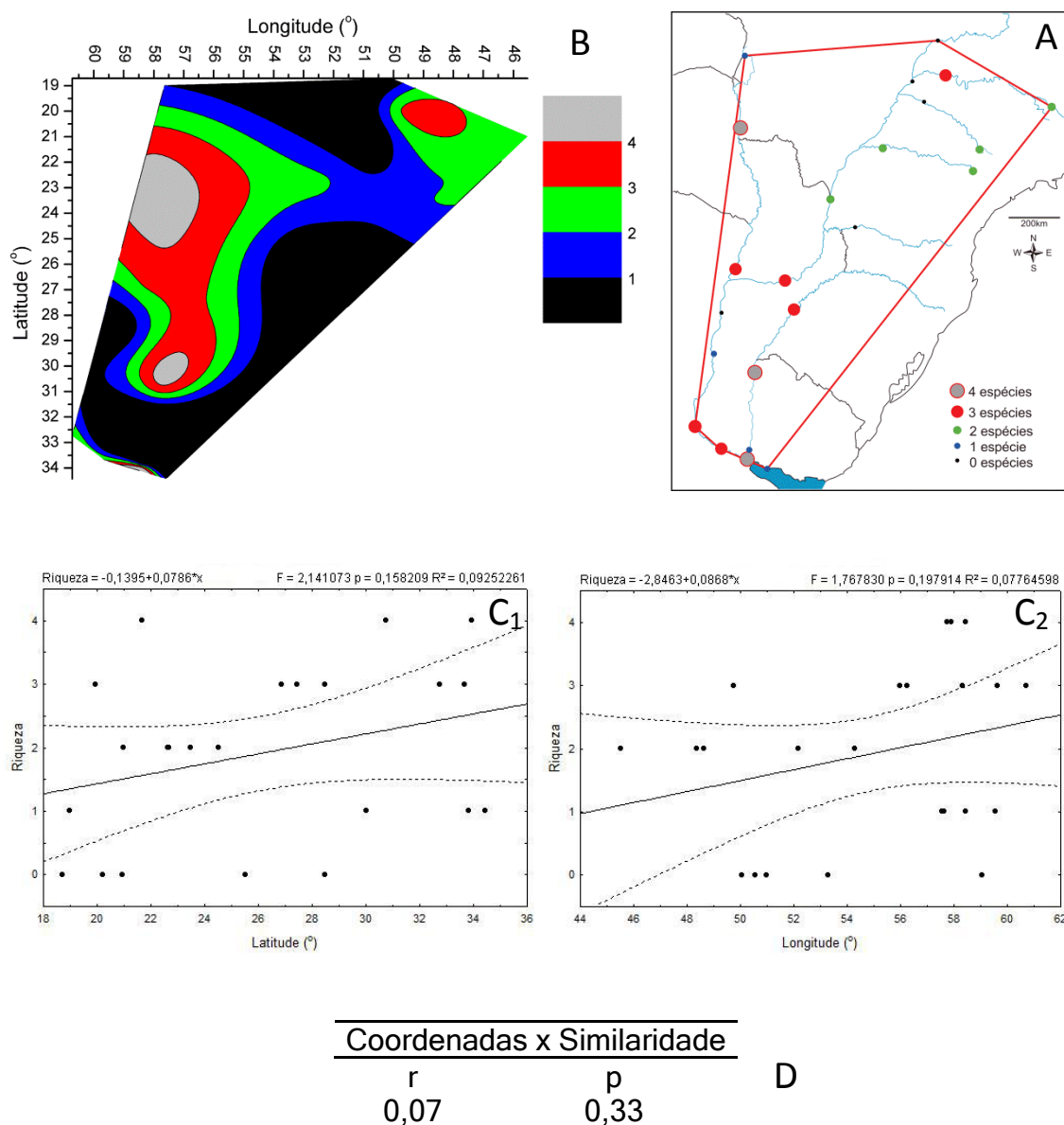


Figura 16. Número de espécies da Família Moinidae nos pontos de coleta (A), variação espacial esperada do número de espécies na área amostrada da bacia do Rio da Prata (B), modelos de regressão para a latitude (C₁) e longitude (C₂), e resultado do teste de Mantel (D) relativos ao verão. A linha vermelha no mapa (A) corresponde à área do gráfico de contorno (B).

Distribuição das espécies na bacia

Família Chydoridae:

Subfamília Chydorinae (Figs. 17 a 20):

O gênero *Chydorus* foi o mais especioso entre os Chydorinae. Sua distribuição na bacia foi ampla (Fig. 17), sendo *C. pubescens* e *C. eurynotus* as espécies mais comuns e *C. dentifer* e *C. parvireticulatus* mais raras. Foi também encontrada uma espécie (Fig. 17) possivelmente desconhecida à ciência (*Chydorus* sp. n1), a qual se caracteriza principalmente por uma ornamentação diferenciada da carapaça (Fig. 18).

A espécie *Alonella dadayi* também é comum na bacia (Fig. 19), assim como *Dunhevedia odontoplax* (Fig. 20).

Nota-se que para essa Subfamília existe uma tendência de maior número de espécies na porção oeste da bacia, que abrange o eixo Rio Paraguai - Rio Paraná (Figs. 17, 19 e 20).

Nesse eixo também foi registrada a espécie *Picripleuroxus similis* de forma exclusiva. Esse táxon ocorreu apenas no inverno, indicando um possível caráter sazonal em sua ocorrência e restrição de distribuição na bacia.

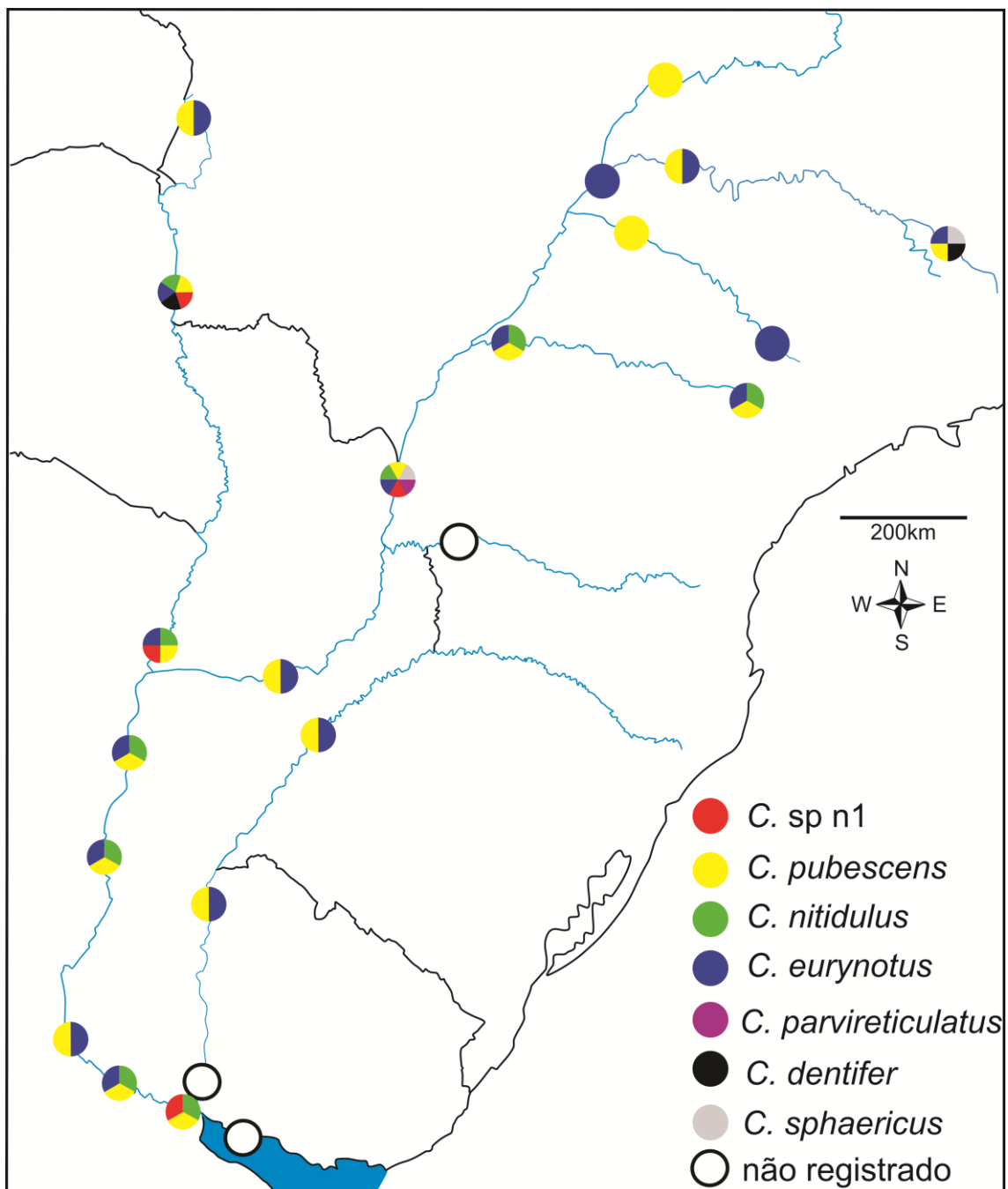


Figura 17. Distribuição das espécies do gênero *Chydorus*, Subfamília Chydorinae, na bacia do Rio da Prata nos períodos de estudo.



Figura 18. Hábito de *Chydorus* sp. n1.

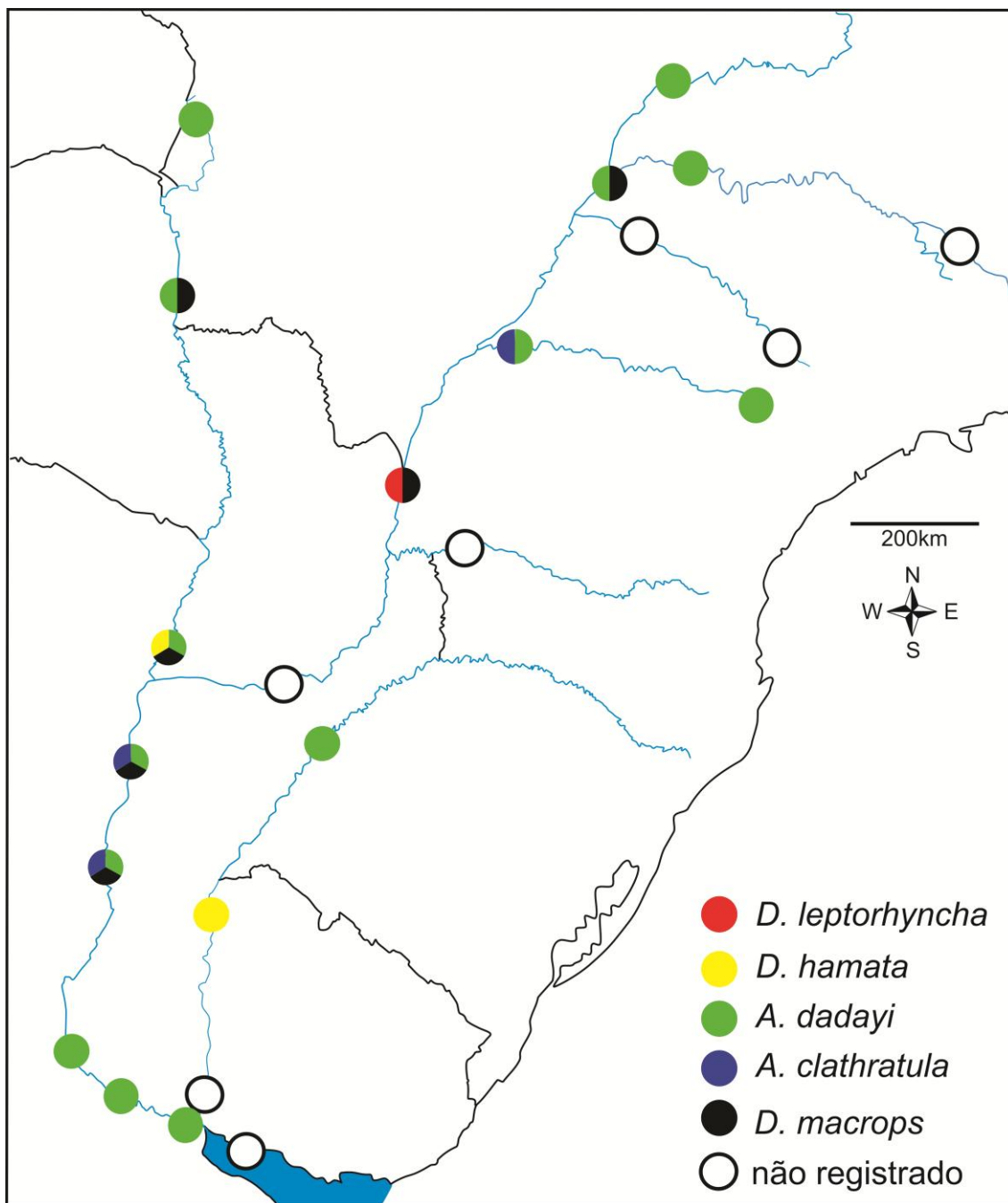


Figura 19. Distribuição das espécies dos gêneros *Alonella*, *Dadaya* e *Disparalona*, Subfamília Chydorinae, na bacia do Rio da Prata nos períodos de estudo.

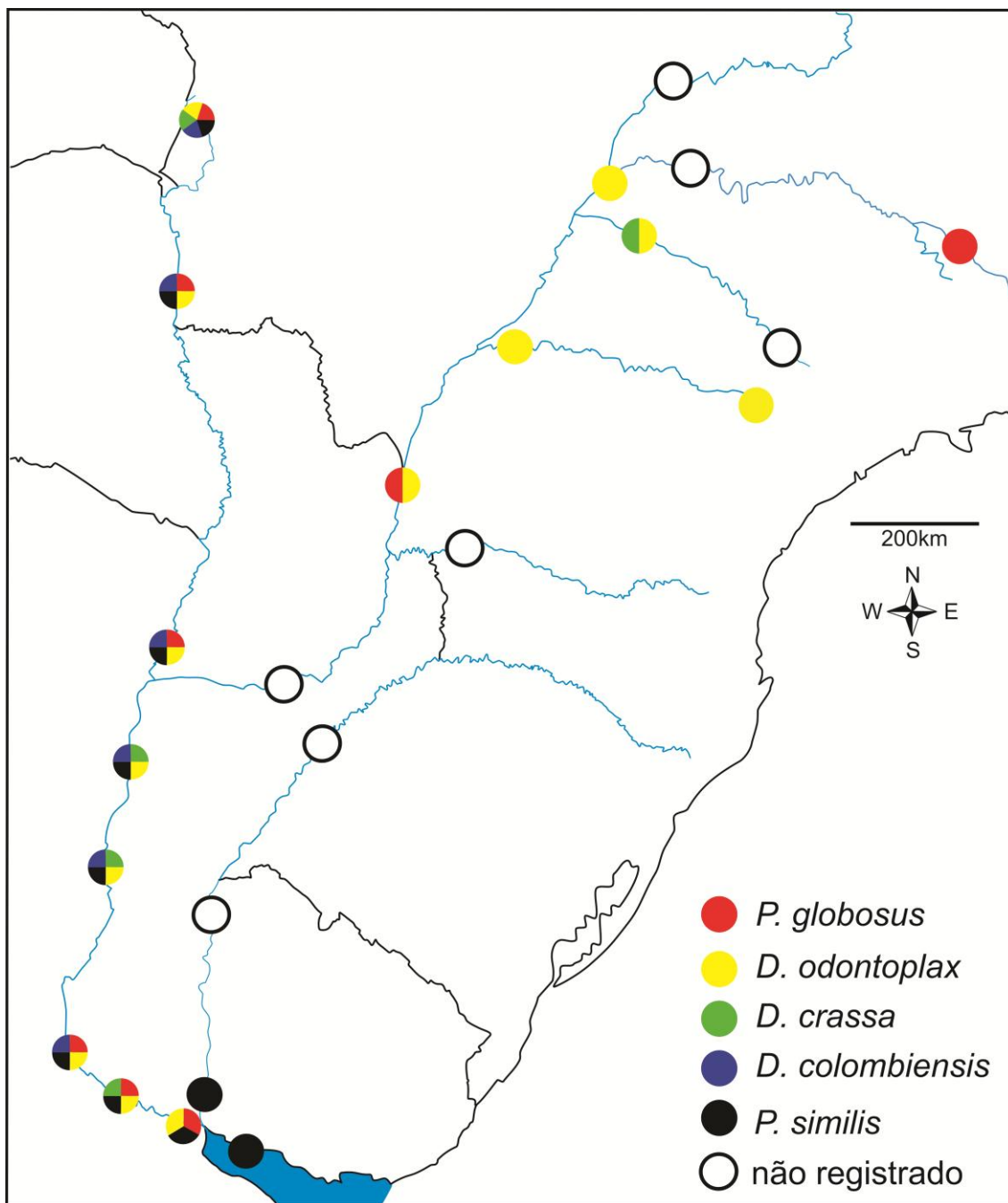


Figura 20. Distribuição das espécies dos gêneros *Dunhevedia*, *Picripleuroxus* e *Pseudochydorus*, Subfamília Chydorinae, na bacia do Rio da Prata nos períodos de estudo.

Subfamília Aloninae (Figs. 21 a 24)

O gênero *Alona* foi o mais especioso da Subfamília Aloninae. A espécie *A. glabra* é a mais comum, seguida de *A. iheringula*, *A. ossiani* e *A. dentifera*. *Alona broaensis* ocorreu apenas no reservatório de Jurumirim, sendo esta a espécie mais rara entre os Aloninae.

Foram encontrados dois gêneros ainda não registrados para a América do Sul (Fig. 22): *Ovalona* e *Matralona*. A espécie do gênero *Ovalona* foi considerada como possivelmente desconhecida à ciência, por não apresentar similaridade com nenhuma das outras espécies descritas para o gênero até o momento (Van Damme *et al.*, 2008). Uma prancha com as características dessa espécie pode ser encontra no apêndice 2. Em relação à *Matralona*, foi encontrado apenas um indivíduo (Fig. 25), que de forma geral apresenta as características do gênero (Van Damme & Dumont, 2009).

Outras espécies freqüentes dentre os Aloninae foram *Kurzia polyspina*, *Karualona muelleri*, *Euryalona orientalis* (Fig. 23) e *Camptocercus australis* (Fig. 24). *Graptoleberis occidentalis* foi encontrado quase que exclusivamente no eixo Rio Paraguai - Rio Paraná (Fig. 23), assim como *Anthalona* cf. *simplex* (Fig. 24). Essa última espécie é um novo registro para o continente, sendo que ela foi descrita para o Congo, na África, e necessita de aprofundamento na análise taxonômica para confirmação de sua identidade. Uma prancha com as características da espécie pode ser encontrada no apêndice 2.

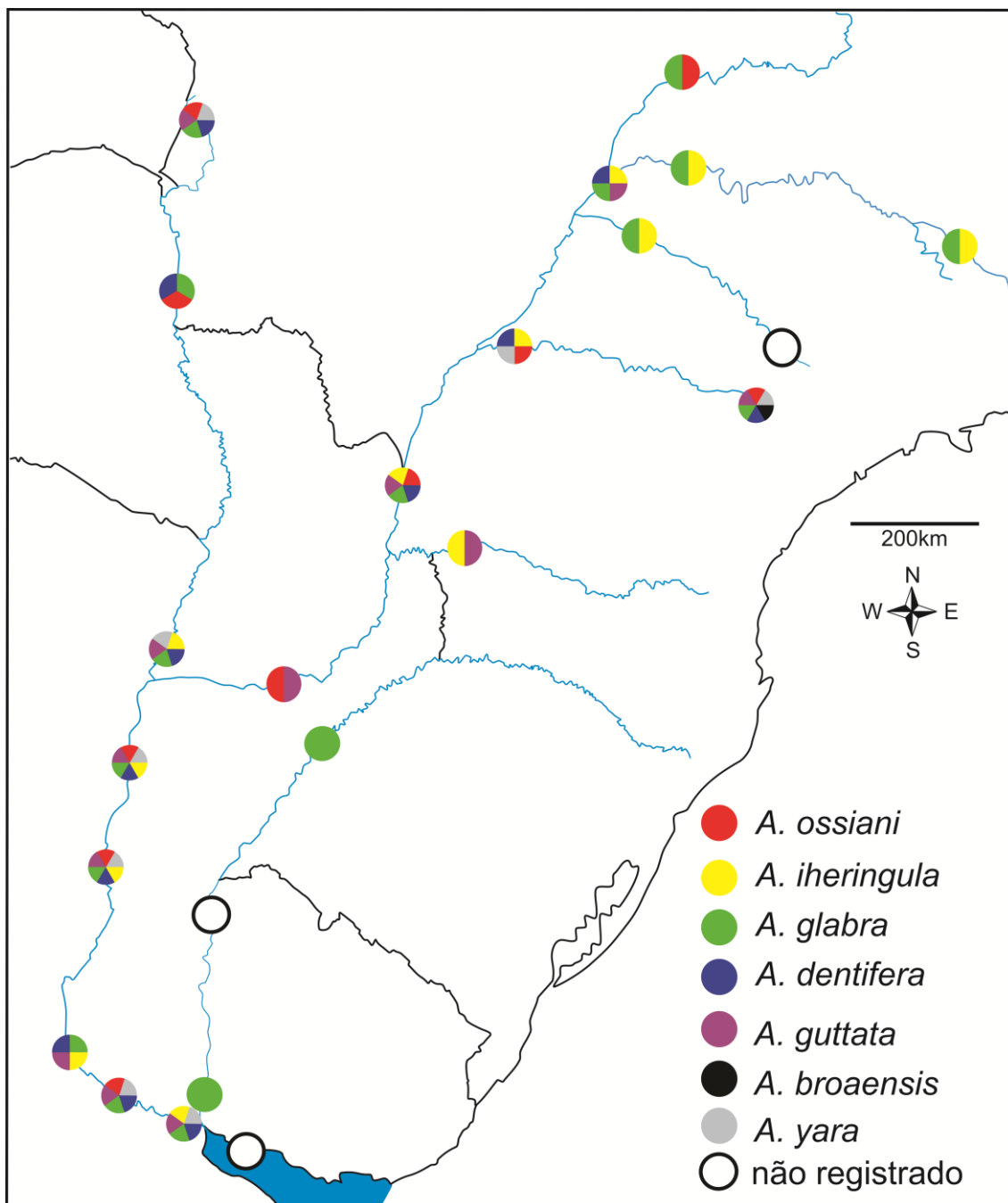


Figura 21. Distribuição das espécies do gênero *Alona*, Subfamília Aloninae, na bacia do Rio da Prata nos períodos de estudo.

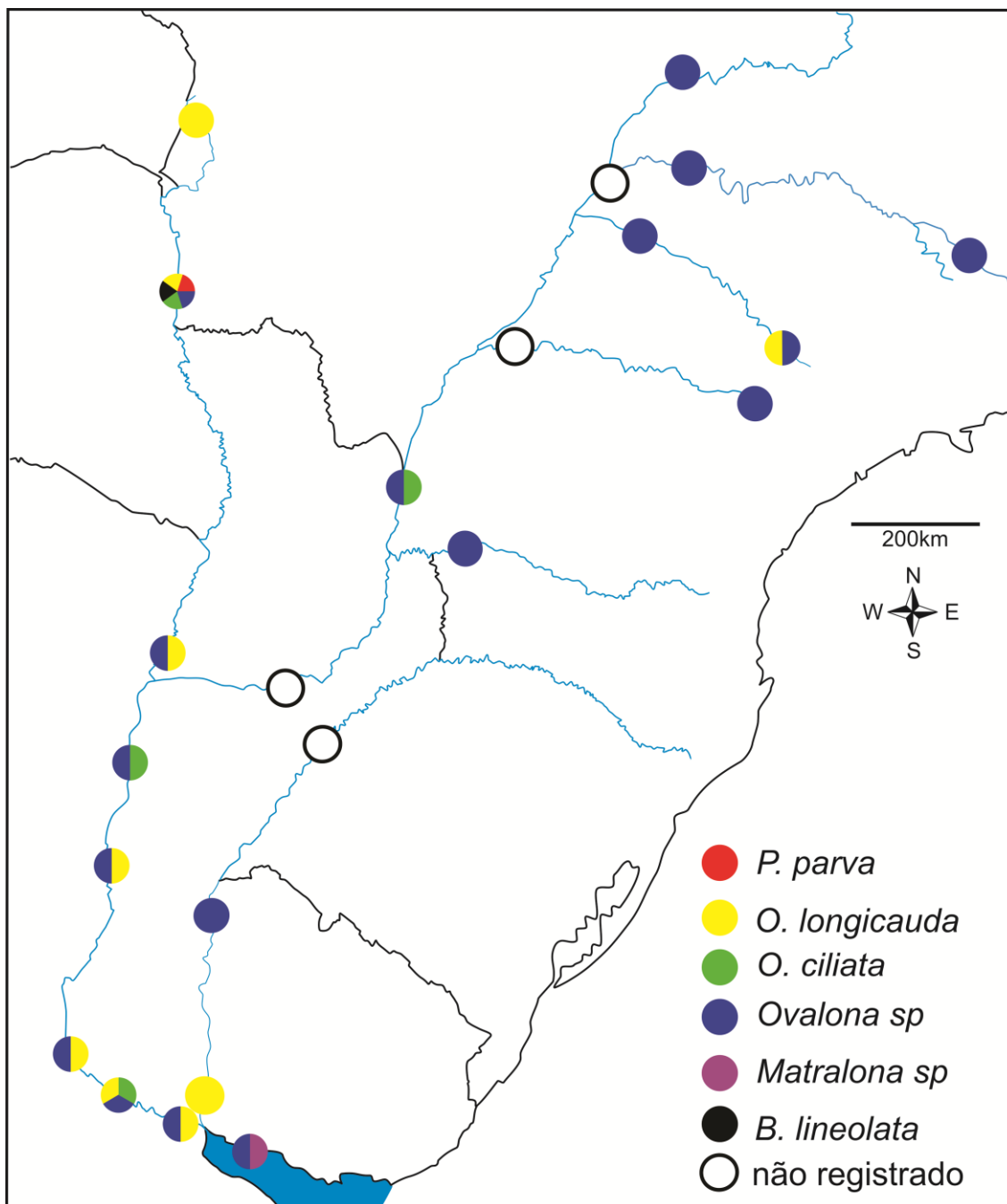


Figura 22. Distribuição das espécies dos gêneros *Bergamina*, *Matralona*, *Ovalona*, *Oxyurella* e *Parvalona*, Subfamília Aloninae, na bacia do Rio da Prata nos períodos de estudo.

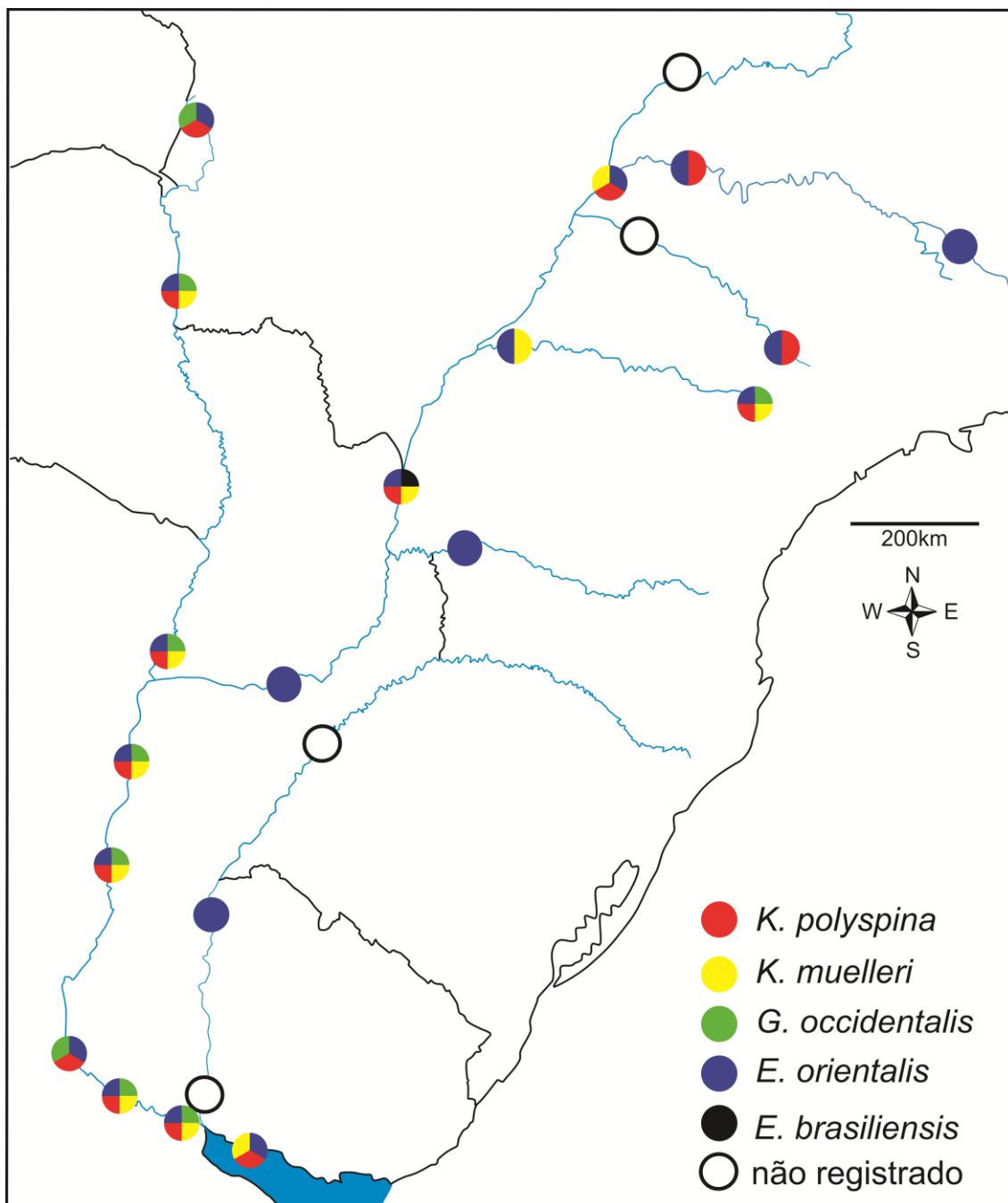


Figura 23. Distribuição das espécies dos gêneros *Euryalona*, *Graptoleberis*, *Karualona* e *Kurzia*, Subfamília Aloninae, na bacia do Rio da Prata nos períodos de estudo.

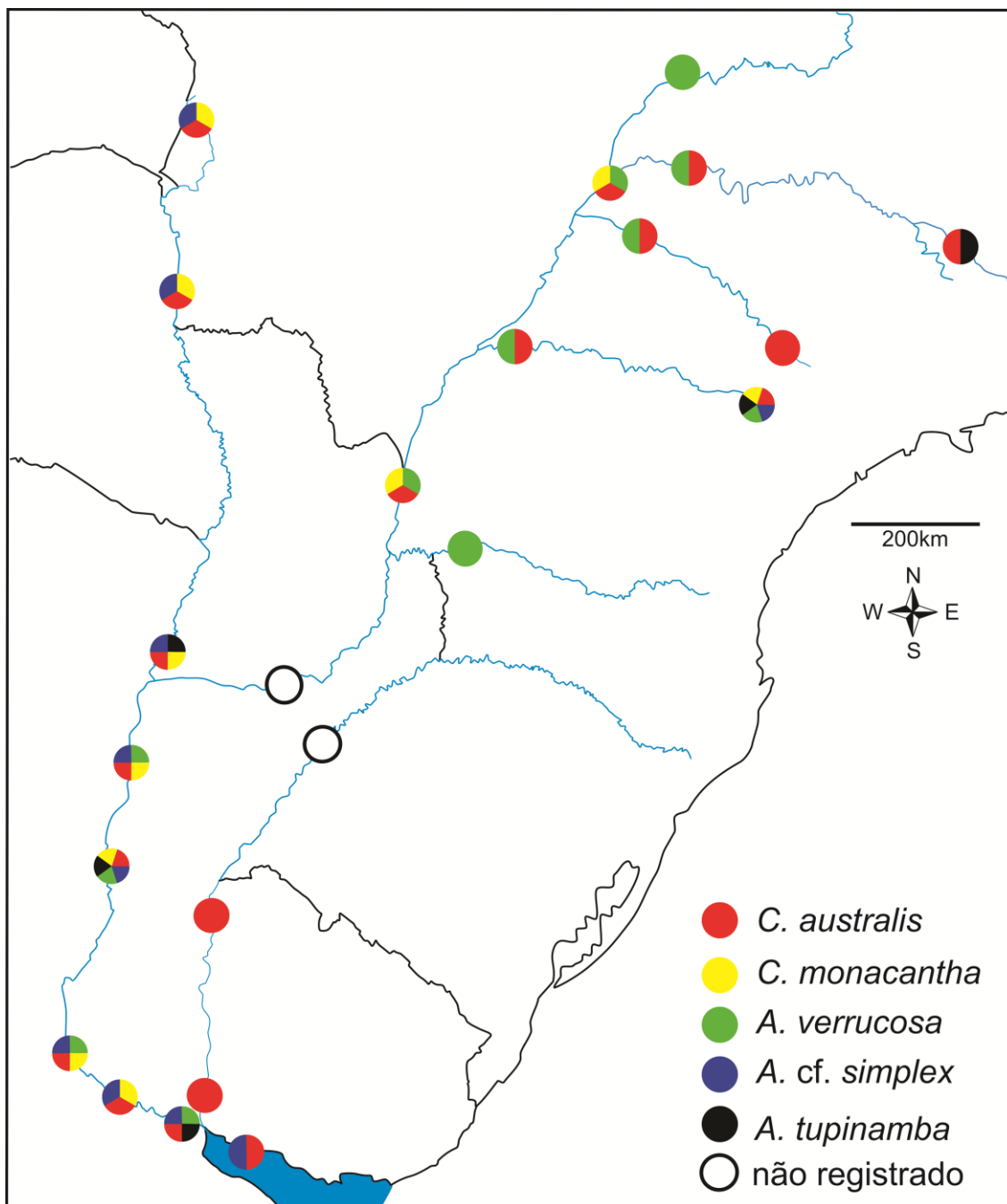


Figura 24. Distribuição das espécies dos gêneros *Acroperus*, *Anthalona*, *Coronatella* e *Camptocercus*, Subfamília Aloninae, na bacia do Rio da Prata nos períodos de estudo.



Figura 25. Hábito do indivíduo provavelmente pertencente ao gênero *Matralona*.

Família Bosminidae (Fig. 26)

Foram registradas cinco espécies para essa Família, das quais quatro pertencem ao gênero *Bosmina* e uma ao gênero *Bosminopsis*. As espécies comuns foram *Bosmina hagmanni* e *Bosminopsis deitersi*. *Bosmina tubicen* foi encontrada apenas no reservatório de Água Vermelha, sendo o táxon mais raro dentre os Bosminidae.

Família Daphniidae (Figs. 27 e 28)

Foram registradas 10 espécies da Família Daphniidae. *Ceriodaphnia cornuta* (Fig. 27) e *Simocephalus serrulatus* (Fig. 28) foram as mais comuns. As espécies de *Daphnia* encontradas tiveram uma distribuição disjunta, associada aos reservatórios dos tributários do alto Rio Paraná e ao trecho inferior deste mesmo rio (Fig. 27).

Família Ilyocryptidae (Fig. 29)

Apenas duas espécies de Ilyocryptidae foram encontradas, sendo que *I. spinifer* dominou toda a bacia, não sendo registrado apenas no reservatório de Três Irmãos. *I. elegans* só foi encontrado no período de verão no Rio da Prata.

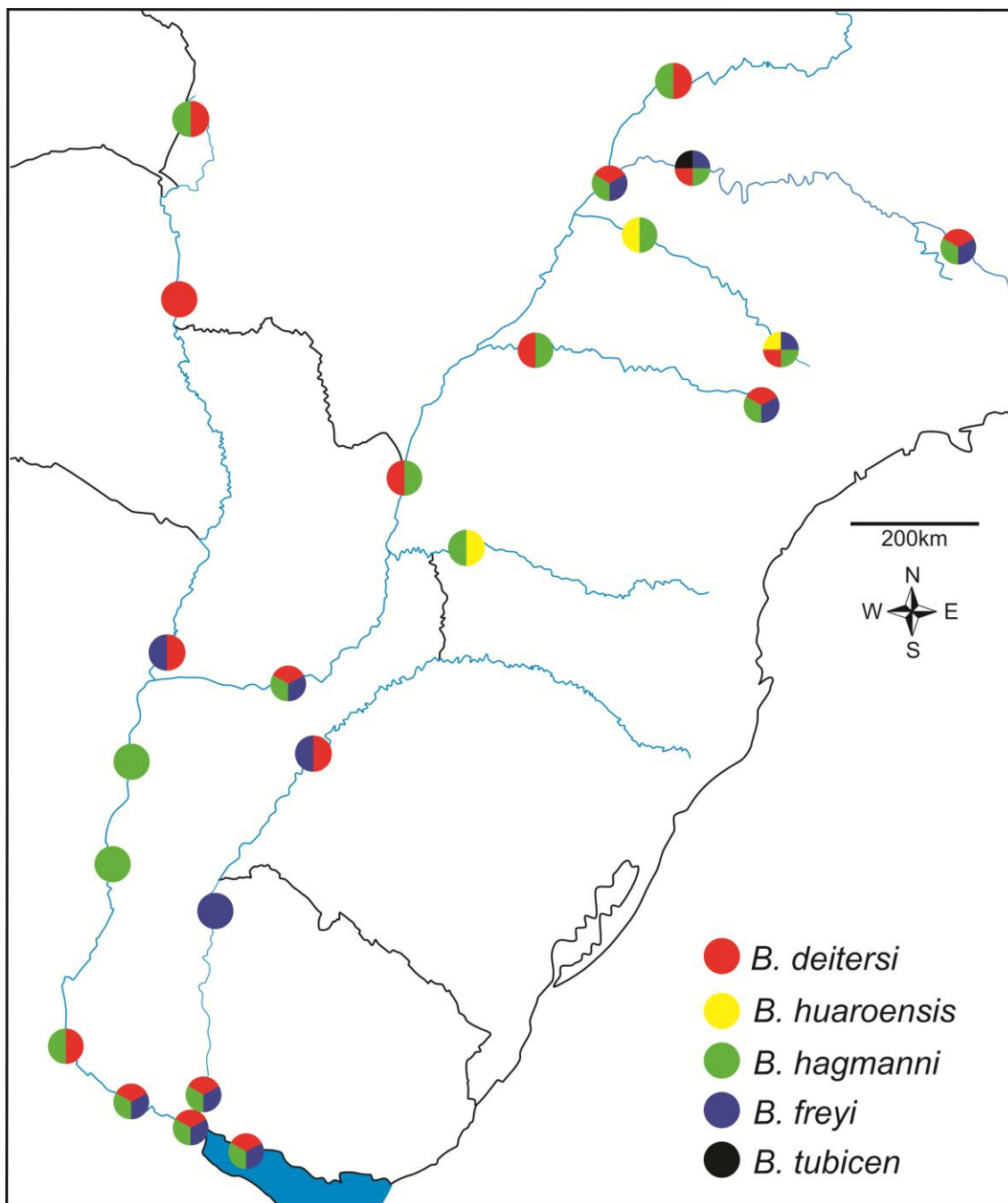


Figura 26. Distribuição das espécies dos gêneros *Bosmina* e *Bosminopsis*, Família Bosminidae, na bacia do Rio da Prata nos períodos de estudo.

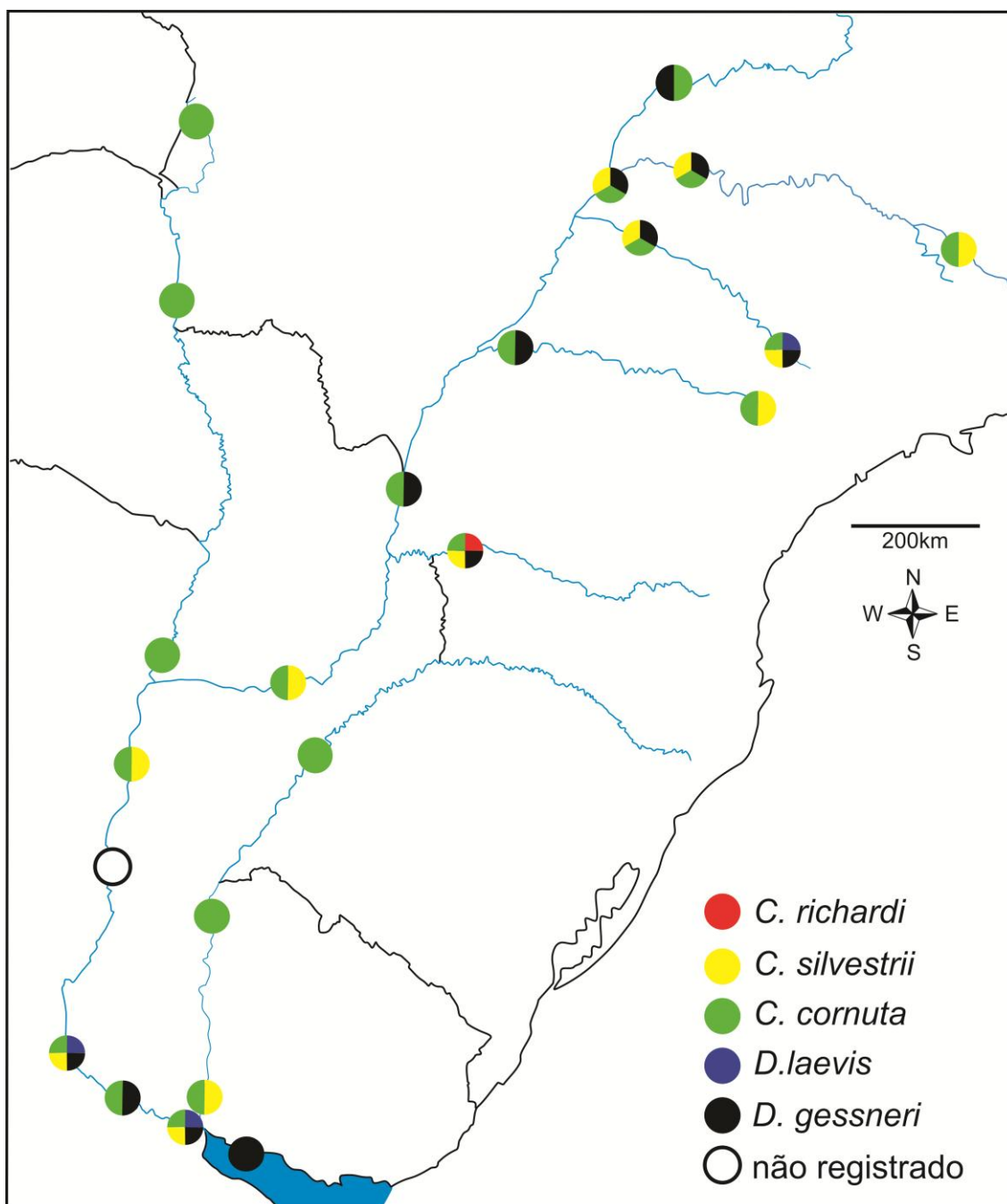


Figura 27. Distribuição das espécies dos gêneros *Daphnia* e *Ceriodaphnia*, Família Daphniidae, na bacia do Rio da Prata nos períodos de estudo.

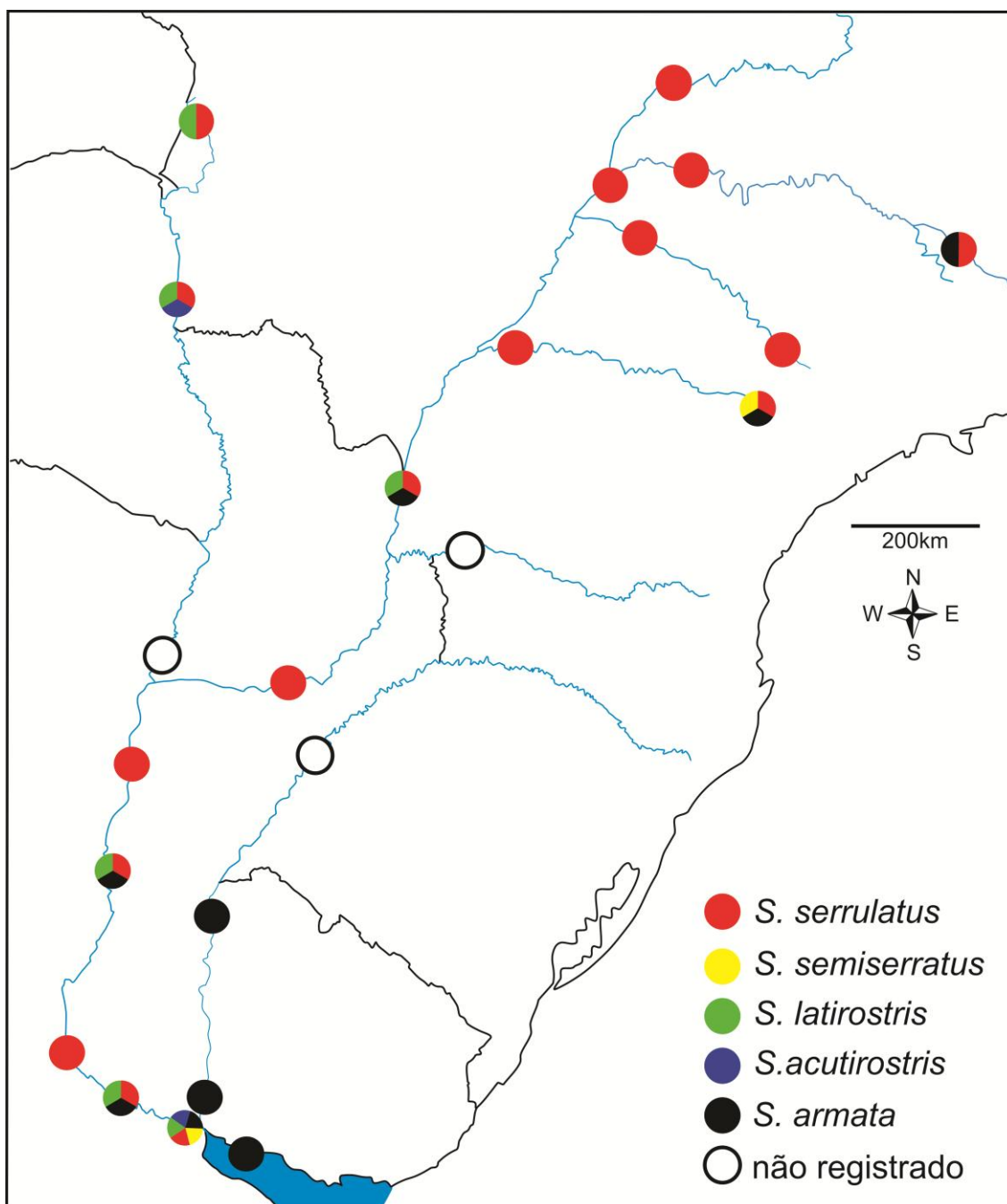


Figura 28. Distribuição das espécies dos gêneros *Simocephalus* e *Scapholeberis*, Família Daphniidae, na bacia do Rio da Prata nos períodos de estudo.

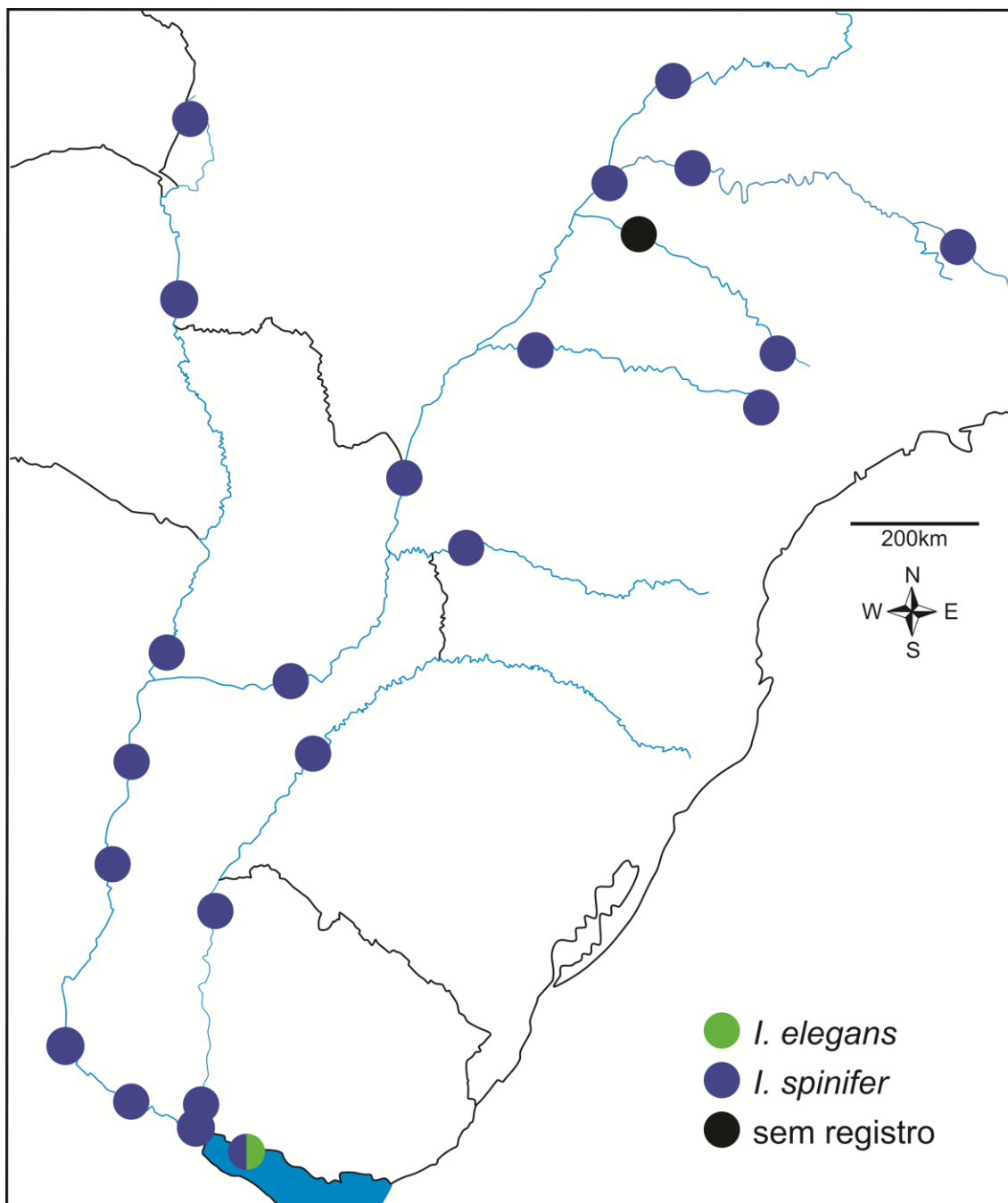


Figura 29. Distribuição das espécies do gênero *Ilyocryptus*, Família Ilyocryptidae, na bacia do Rio da Prata nos períodos de estudo.

Família Macrothricidae (Figs. 30 e 31)

Registrou-se para o gênero *Macrothrix* ampla distribuição na bacia (Fig. 30), contrastando com os outros gêneros de Macrothricidae (Fig. 31), para os quais a distribuição foi quase que restrita à porção oeste da mesma.

A espécie mais comum registrada foi *Macrothrix elegans*. Foi ainda registrada uma possível nova espécie, cujas características gerais indicam relação com o grupo *rosea-triserialis* do gênero *Macrothrix* (Fig. 32).

Família Moinidae (Fig. 33)

Foram encontradas quatro espécies para a Família Moinidae, sendo três pertencentes ao gênero *Moina* e uma ao gênero *Moinodaphnia*. A espécie mais comum, *Moina minuta*, apresenta ampla distribuição na bacia, sendo que não houve um padrão para as outras espécies (Fig. 33).

Família Sididae (Figs. 34 e 35)

Dentre os Sididae o gênero mais especioso neste estudo foi *Diaphanosoma*, com quatro espécies. Foi registrada ampla distribuição para este gênero (Fig. 34) em comparação com os outros gêneros da Família (Fig. 35), com distribuição mais restrita à região oeste da bacia.

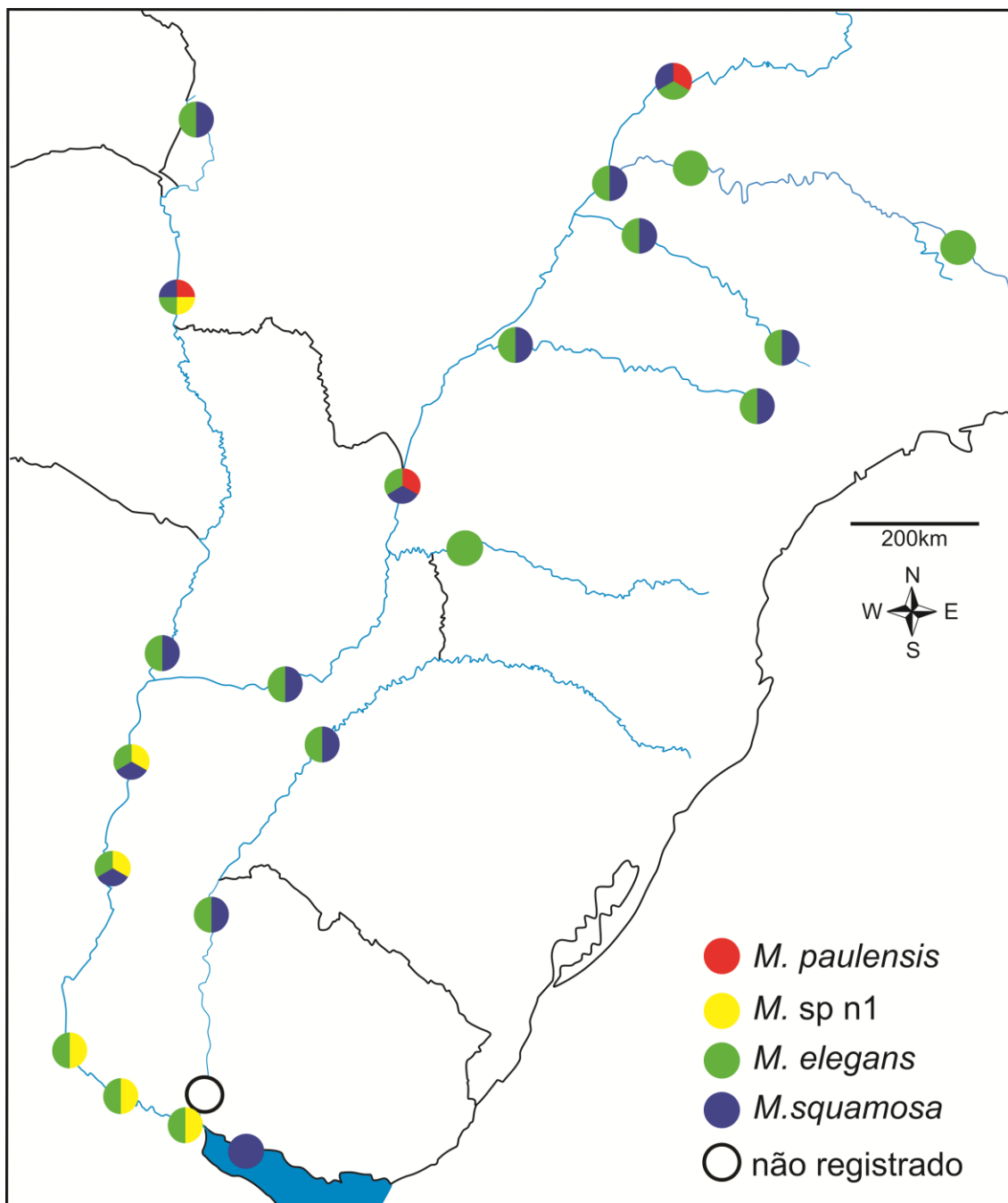


Figura 30. Distribuição das espécies do gênero *Macrothrix*, Família Macrothricidae, na bacia do Rio da Prata nos períodos de estudo.

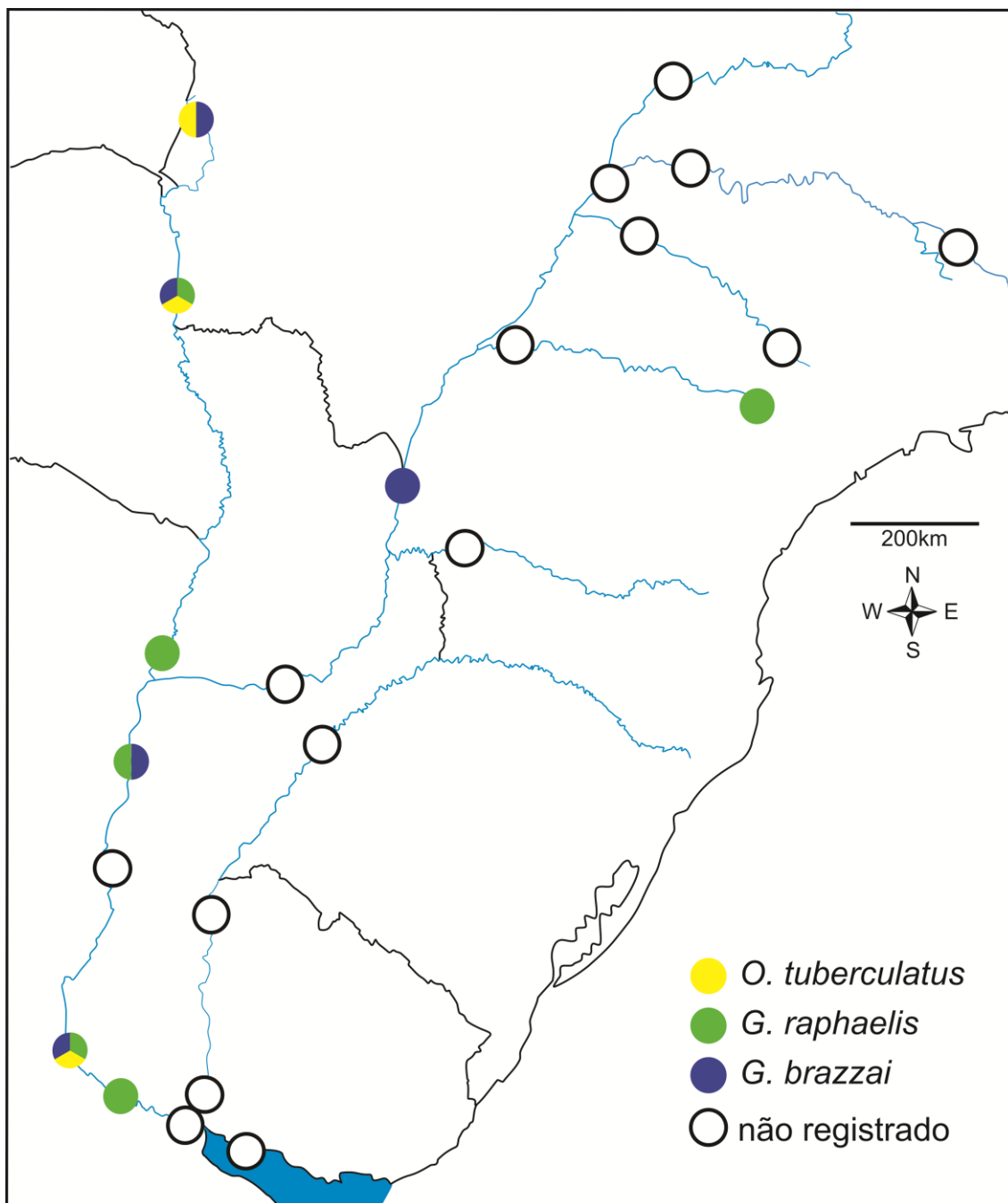


Figura 31. Distribuição das espécies dos gêneros *Grimaldina*, *Guernella* e *Onchobunops*, Família Macrothricidae, na bacia do Rio da Prata nos períodos de estudo.



Figura 32. Hábito de *Macrothrix* sp n1.

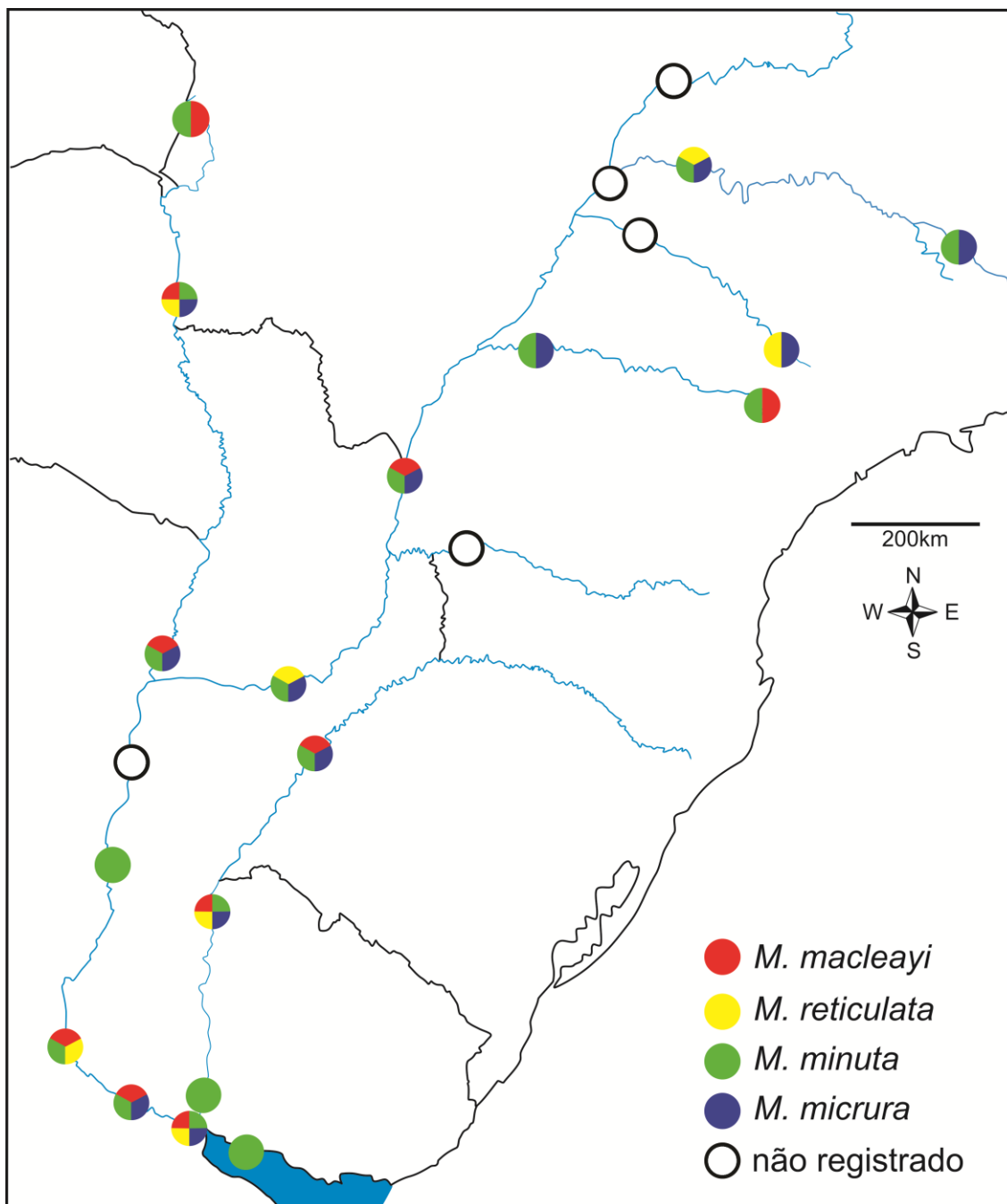


Figura 33. Distribuição das espécies dos gêneros *Moina* e *Moinodaphnia*, Família Moinidae, na bacia do Rio da Prata nos períodos de estudo.

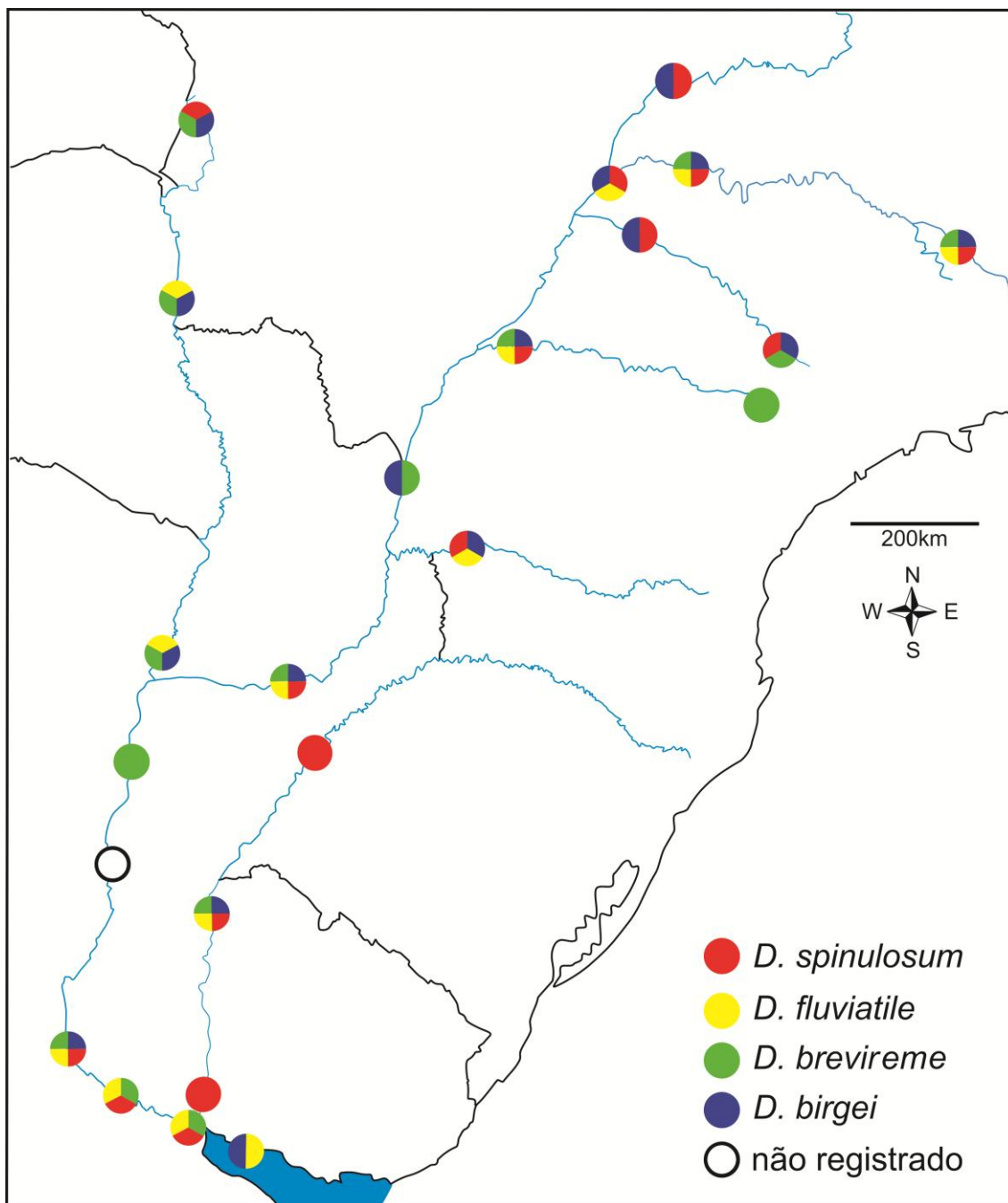


Figura 34. Distribuição das espécies do gênero *Diaphanosoma*, Família Sididae, na bacia do Rio da Prata nos períodos de estudo.

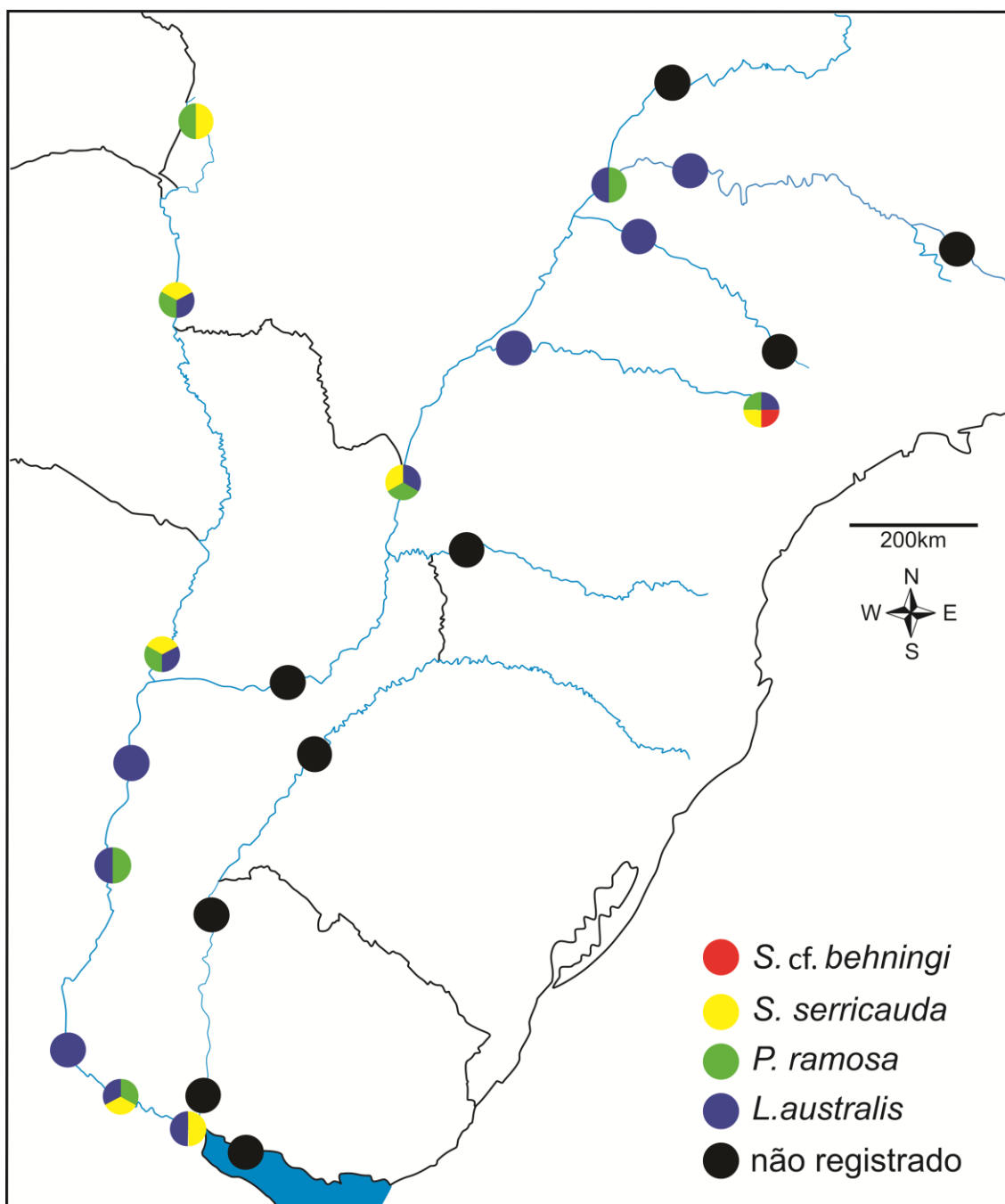


Figura 35. Distribuição das espécies dos gêneros *Latonopsis*, *Pseudosida* e *Sarsilatona*, Família Sididae, na bacia do Rio da Prata nos períodos de estudo.

Discussão

Padrões de Riqueza

Segundo Korovchinsky (2006), Cladocera é um grupo que se encaixa no conceito moderno de relíquias ejetadas, ou seja, táxons muito antigos que perduram até os dias atuais, após terem sofrido extinção em massa de várias espécies ou outros níveis taxonômicos.

O autor acima mencionado propõe que as extinções seriam devido a mudanças climáticas ocorridas no Terciário (início a 65 m.a.), as quais geraram os gradientes atuais de clima entre trópico e pólos. A faixa climática atual, entre $\sim 25^{\circ}$ - 50° (clima temperado quente), seria mais similar ao paleoclima antes do Terciário e, portanto, atuou como uma zona de refúgio para os Cladocera que já existiam. Como resultado, nessa faixa se encontra a maior diversidade de táxons supraespecíficos (gêneros, famílias etc.). Nas outras faixas latitudinais um número menor de táxons é encontrado, e processos de especiação atuais globais acabaram por criar endemismos locais (muitas vezes continentais), o que, segundo o autor, também é observado para outros grupos taxonômicos mais bem estudados, como plantas e animais vertebrados.

Em relação ao desenvolvimento de endemismos de cladóceros na América do Sul, observa-se elevado número de espécies do gênero *Daphnia* nas regiões Andinas e no extremo Sul do continente (Adamovicz *et al.*, 2004), a faixa latitudinal na qual os organismos teriam perdurado no processo de alteração climática. Em contrapartida, não se conhece, de modo geral, outros

endemismos (em número de espécies), mesmo considerando todo o continente.

Dessa maneira, a bacia do Rio da Prata, situada entre $\sim 14,5^{\circ}$ - 34° S, representaria uma região de transição entre alta e baixa diversidade de táxons supraespecíficos, que apresentaria espécies endêmicas em sua porção Sul.

Tendo em vista que os eventos climáticos geradores da distribuição global dos cladóceros datam de aproximadamente 65 m.a., a origem antiga da bacia (202 m.a., Stevaux *et al.*, 2004) pode não ter tanta influência para a presença de gradientes, mas eventos mais recentes, como a interconexão entre a bacia do Rio Paraguai e Rio Paraná a 23 m.a., no Mioceno (Potter, 1997), podem ter influenciado na disponibilidade e intercomunicação de habitats para a fauna de Cladocera.

A falta de relações conspícuas com o eixo latitudinal encontrada no presente trabalho traz incerteza quanto à aplicabilidade direta da proposta de Korovchinsky (2006) na área de estudo. O padrão de riqueza esperado para regiões tropicais, ou seja, poucos táxons superiores e poucos endemismos (talvez alguma das espécies possivelmente novas) foi observado em toda a bacia, e não apenas em sua região verdadeiramente tropical (menos de 25°). Na porção Sul da bacia (mais de 25° de latitude) um aumento na quantidade total de táxons, incluindo as espécies endêmicas de *Daphnia*, era esperado, mas não foi observado.

A explicação para essa diferença provavelmente reside no clima da bacia e no tipo de habitat amostrado. Adamovicz e colaboradores (2004) colocam que a maior parte das espécies endêmicas de *Daphnia* é de habitats lênticos temporários, não ocorrendo em outros tipos de ambientes. Como os

corpos de água amostrados no presente estudo são associados a rios e quase todos se mantiveram alagados ao longo de todo o ano (verão e inverno) tais espécies não poderiam ali se estabelecer.

Entretanto, a situação atual pode não corresponder àquela de alguns milhares (ou milhões) de anos atrás, quando a condição do interior do continente Sul Americano pode ter sido muito mais árida. Formações eólicas na bacia são evidências desse clima no passado (Soares *et al.*, 2003; Brea & Zucol, 2011). Dessa maneira, os táxons hoje restritos ao extremo sul do continente poderiam também habitar a bacia do Rio da Prata em latitudes menores. Ademais, essa região pode ter funcionado como um refúgio para as espécies atuais do extremo Sul, pois pode ter ocorrido deslocamento das áreas de ocorrência devido às glaciações iniciadas no fim do Terciário (~13 m.a.). A umidificação atual da região data do Holoceno (fim da última grande glaciação - Soares *et al.*, 2003).

As considerações anteriores podem explicar a não ocorrência de muitas espécies de *Daphnia* na bacia, mas não a extensão da distribuição dos táxons “tropicais” em latitudes teoricamente de clima temperado. Essa maior extensão provavelmente é causada pela intrusão do clima tropical na região amostrada. Morrone (2004) demonstra que na América do Sul a faixa que delimita a região tropical sofre uma grande distorção pela presença da cordilheira dos Andes, existindo uma área de transição com uma configuração mais longitudinal do que latitudinal.

Além da influência dos Andes outro importante fator que diferencia a América do Sul de outros continentes é a manutenção da umidade. Quando comparada a outros continentes, a América do Sul tem áreas úmidas em

latitudes que correspondem a desertos. A bacia do Rio da Prata está localizada justamente nessa faixa latitudinal. A manutenção da umidade ocorre tanto pela entrada de umidade pelo estuário do Rio da Prata quanto por abastecimento de regiões continentais por mecanismos ligados à cobertura vegetal (Makarieva & Gorshkov, 2007).

Com a manutenção de alta umidade mantém-se também uma maior temperatura devido à retenção de energia pelos corpos de água, que tem maior calor específico que o solo. Dessa forma, na faixa latitudinal da bacia do Rio da Prata é mantida disponibilidade de habitat (umidade e temperatura) para os cladóceros que se distribuem amplamente na América do Sul. Isto permite a distribuição de táxons “tropicais” em toda a bacia. Consequentemente, não ocorre, localmente, a diferença proposta por Korovchinsky (2006).

Em contraposição à falta de variação latitudinal da riqueza pelos fatores explanados acima, a longitude se mostrou, mesmo que de maneira marginal em alguns casos, mais importante. Esse fato provavelmente está relacionado com a disponibilidade de habitat para espécies fitófilas e uma potencial interconexão desses habitats. Como citado acima, a própria conformação das faixas climáticas, mais longitudinais, podem estar bastante relacionadas com a presença de habitat.

A disponibilidade de habitat pode ser interpretada tanto localmente como regionalmente. Localmente, os pontos amostrados na bacia são, de maneira simplificada, similares, ou seja, todos representam um habitat potencial para os cladóceros, em especial os fitófilos, pois foram metodologicamente selecionados para atenderem tal característica. Certamente existem variações entre os pontos, mas assume-se que elas levariam a diferenças de composição/estrutura das comunidades, mas não de riqueza total, que deveria

se aproximar de uma média geral para o tipo de hábitat, como proposto por Dumont (1994).

No entanto, regionalmente, o número de áreas apropriadas próximas, que podem de maneira simplificada ser entendidas como a extensão de habitat ou número de “patches” possivelmente colonizáveis é maior na porção oeste da bacia. Isso se deve ao perfil geológico da região, que apresenta menor altitude e declive do terreno, levando ao estabelecimento de amplas áreas alagadas, sendo o próprio Pantanal brasileiro e também os Esteros de Iberá, na Argentina, amplas extensões de habitats favoráveis.

Como as áreas adjacentes podem ser interpretadas como manchas de habitat favorável em uma matriz de terra desfavorável (assim como interpretado para poças por Allen, 2007), é possível que os cladóceros estejam organizados em metacomunidades. A extensão/quantidade e a conectividade de habitats são dois fatores de suma importância para o estabelecimento, manutenção e diversidade de metapopulações e metacomunidades (Hanski, 1999; Allen, 2007).

Dessa forma, a provável intensa troca biológica possibilitada pela formação das planícies inundáveis na região oeste da bacia mantém um número maior de espécies nas comunidades em comparação com a região leste. Esta última não tem um número tão elevado de habitats propícios devido às características geológicas e, em adição, uma menor conexão entre os corpos de água existentes pode ser causada pela diminuição da efetividade dos vetores animais na dispersão do cladóceros (aves e mamíferos) nos locais mais afetados pela intensa ocupação humana, que leva a uma maior degradação dos habitats (ver apêndice 1 para análise da ocupação humana sobre a qualidade da água e capítulo 3 sobre a comunidade de cladóceros).

O mesmo pode ser observado nos reservatórios de Jurumirim e Itaipu, localizados em regiões onde inúmeros corpos de água isolados próximos ocorrem (e.g. lagoas de origem fluvial) e também onde características de planícies de inundação são mantidas. Isto explica o porquê de haver maior número de espécies nesses dois reservatórios.

Existem também casos nos quais, seguindo essa linha de raciocínio, a diversidade deveria ser maior. Por exemplo, o reservatório de Rosana, próximo à planície de inundação do alto Rio Paraná, que contém alta riqueza de espécies (Lansac-Tôha *et al.*, 2004), e também é contíguo a uma grande unidade de conservação, Parque Estadual Morro do Diabo. Em estudos anteriores foram encontradas muitas espécies nesse reservatório (Gralhóz, 2005; Debastiani Júnior *et al.*, *in prep*), mas em anos recentes esse número vem sendo cada vez menor. Não se sabe ao certo o motivo dessa tendência, mas durante os trabalhos de campo e ao indagar a população local, foi observada uma recente alteração na “cor” do rio, tornando-o mais “barrento” (elevada carga de sedimentos em suspensão). Isso provavelmente reflete intensos processos de erosão nessa porção da bacia, que certamente podem alterar os processos naturais de funcionamento do rio e, conseqüentemente, a manutenção de sua biodiversidade e de suas áreas adjacentes.

O reservatório de Salto Grande, no Rio Uruguai, localiza-se próximo ao Esteros de Iberá e nele foi observada uma maior riqueza quando comparado aos outros reservatórios. Porém o ambiente amostrado foi efêmero, secando no inverno. Dessa maneira, este reservatório talvez não contenha um número tão elevado de espécies quanto os de Jurumirim e Itaipu, com a presença apenas daquelas que, por processo de colonização a partir dos Esteros, ocuparam o reservatório no período úmido, mas não havendo um efetivo estabelecimento.

Apesar de bem estudado quanto às características ambientais e ao fitoplâncton (Chalar, 2008), pouco se sabe a respeito do zooplâncton desse lago.

Distribuição das espécies

Chydoridae

A distribuição das diferentes espécies de Chydoridae se dá, aparentemente, por toda a bacia. Não foram identificadas zonas de endemismo ou barreiras conspícuas à distribuição das espécies, com exceção do táxon *Picripleuroxus* cf. *similis*, restrito à porção oeste da bacia e ao inverno. O esforço amostral proposto por Dumont (1994) para se acessar todas as espécies em um mesmo ponto é maior do que o número obtido de amostras no presente estudo e, portanto, embora os resultados aqui apresentados possam ser considerados representativos da diversidade da bacia, o número de espécies em cada local pode ser maior. O fator que mais influencia nos dados locais é a raridade de cada espécie e apenas um esforço amostral contínuo pode estabelecer o limite superior da riqueza em cada local.

Em se tratando das espécies registradas, dentre os Chydoridae identificados alguns pertencem aos gêneros *Ovalona* e *Matralona*, os quais configuram novos registros para a América do Sul. A espécie *Ovalona* sp. n1 foi identificada como um possível novo táxon, pois apesar de apresentar as características diagnóstico do gênero (Van Damme *et al.*, 2008), sua morfologia difere das outras espécies já descritas (Apêndice 1 - Debastiani Júnior *et al.*, *in prep*). Em relação à *Matralona* não foi possível realizar um maior

aprofundamento taxonômico para determinar a possibilidade de um novo táxon, pois foi encontrado um único indivíduo.

Ainda, dentre os Chydoridae, foi freqüentemente observado indivíduos que apresentam morfologia geral idêntica à *Anthalona simplex*. Esse táxon foi recentemente descrito para o Congo (Van Damme *et al.*, 2011) e as populações Sul Americanas necessitam de uma análise mais aprofundada de seus apêndices torácicos para atestar se pertencem ou não a essa espécie. Mesmo não sendo o mesmo táxon, a morfologia muito próxima e os caracteres considerados como primitivos dessa espécie em relação às outras do gênero (Van Damme *et al.*, 2011) adiciona mais uma evidência da ampla distribuição dos Cladocera no período anterior à separação de Gondwana (Korovchinsky, 2006).

Uma nova espécie do gênero *Chydorus* também foi identificada na bacia. Assim como para *Matralona*, o número de indivíduos foi muito baixo, apenas quatro. Dessa forma, ainda não foi possível realizar uma análise taxonômica suficiente para descrever a espécie. Pela ornamentação de sua carapaça esse táxon pode ser relacionado com as espécies reticuladas do gênero, mas a própria relação dessas espécies é considerada ambígua (Frey, 1982).

Bosminidae

As espécies da Família Bosminidae também tiveram ampla distribuição na bacia, sendo em alguns casos o táxon mais frequente. Observou-se, porém, que *Bosminatubicen* e *B. huaronensis* tiveram uma distribuição mais restrita do que as outras espécies. Esse fato pode não corresponder a real possibilidade de ocorrência das espécies, pois há registro em outros locais (*e.g.*: Velho *et al.*,

2000; Hollwede *et al.*, 2003; Neves *et al.*, 2003; Takahashi *et al.*, 2005 e 2009; Rocha *et al.*, 2011; Boos *et al.*, 2012). Os diferentes pontos também apresentaram alternância na espécie com maior frequência, demonstrando que a presença e até mesmo o desenvolvimento das populações das diferentes espécies dependem de características locais.

Daphniidae

O gênero *Daphnia* apresentou uma distribuição disjunta na bacia, com ocorrência nos reservatórios da região nordeste e no trecho baixo do rio Paraná, na região sul/sudoeste. Como esse gênero apresenta hábito de vida planctônico, a presença em reservatórios é esperada e comum, como registrado em vários reservatórios da região estudados anteriormente (*e.g.*: Nogueira *et al.*, 2008; Sartori *et al.*, 2009; Castilho-Noll *et al.*, 2010; Perbiche-Neves & Nogueira, 2010). A ocorrência em corpos de água diretamente ligados ao canal principal do rio na região do baixo Paraná pode ser relacionada a uma diminuição da velocidade de corrente e, conseqüente, aumento do tempo de residência, possibilitando o estabelecimento de populações nessa região. A presença de espécies do gênero é também conhecida para a região média do rio, em corpos de água com diferentes graus de conexão (José de Paggi & Paggi, 2007).

O gênero *Ceriodaphnia* foi bastante comum, ocorrendo em praticamente todos os pontos. *Ceriodaphnia cornuta* foi a espécie com maior frequência de ocorrência, sendo a presença deste táxon amplamente conhecido para a bacia (*e.g.*: Nogueira *et al.*, 2008; Panarelli *et al.*, 2008; Castilho-Noll *et al.*, 2010; Perbiche-Neves & Nogueira, 2010), bem como fora dela (*e.g.*: Freitas *et al.*,

2007; Van Damme & Dumont, 2010; Rivera-Rondón *et al.*, 2010; Diniz *et al.*, 2013). Uma investigação molecular recente (Sharma & Kotov, 2013) demonstrou que, na Austrália, as populações de *C. cornuta* formam um complexo de espécies crípticas, o que provavelmente também deve ser verdadeiro para as populações Sul Americanas. Por ser amplamente distribuída em todo o continente, é possível que haja uma zonação a nível molecular desse complexo de espécie na América do Sul, mas essa proposta é especulativa e deve ser apropriadamente investigada.

Os outros gêneros de Daphniidae encontrados foram *Scapholeberis* e *Simocephalus*. O primeiro foi menos frequente, mas com uma ampla distribuição espacial. Em relação à *Simocephalus*, observa-se que a espécie *S. serrulatus* é muito comum na bacia, enquanto que as outras ocorreram associadas aos pontos em que provavelmente há maior disponibilidade de habitat e inter-relação entre eles. Estas últimas espécies foram pouco numerosas nos pontos onde ocorreram, sendo então possível que elas não tenham sido registradas por insuficiência amostral ou, também, pelo fato de que nos locais onde o habitat favorável se encontra mais degradado tenha ocorrido extinção local. Um esforço contínuo para o levantamento de informações sobre esses animais pode dar um resultado mais acurado sobre a situação do grupo na bacia. Há registros anteriores desses gêneros na bacia (e.g.: Elmoor-Loureiro, 2000; José de Paggi & Paggi, 2008; Nogueira *et al.*, 2008, Castilho-Noll *et al.*, 2010), mas as espécies tendem a variar, sendo *S. serrulatus* e *S. armata* os táxons mais comuns nas publicações.

Ilyocryptidae

Foram encontradas apenas duas espécies dessa família, ambas pertencentes ao gênero *Ilyocryptus*, *I. spinifer* e *I. elegans*. A primeira espécie é encontrada por toda a bacia, com ausência em apenas um ponto, o reservatório de Três Irmãos, no rio Tietê. Entretanto, ela já foi registrada em corpos de água próximos a esse reservatório (Castilho-Noll *et al.*, 2010) e, portanto, sua ausência deve ser circunstancial, podendo vir a ser registrado em novas amostragens. A espécie *I. elegans* foi representada por apenas um indivíduo, encontrado no Rio da Prata, no verão. Descrita por Paggi (1992), foi interpretada como pertencendo ao grupo *agilis* por Kotov & Dumont (2000), os quais criticaram a qualidade da descrição. Posteriormente, Kotov & Elías-Gutiérrez (2009) realizaram uma análise filogenética do gênero e concluíram que *I. elegans* é um membro a muito derivado do gênero, mas essa análise foi baseada nas informações contidas na descrição do animal, sem análise própria de espécimes. Apesar de ter sido descrita para a América do Sul, aparentemente só há o registro de ocorrência da descrição. Considera-se, então, que o animal encontrado possa ser o único registro dessa espécie além daquele de sua descrição, se corretamente identificado. A dúvida quanto à identificação é legítima, uma vez que a própria descrição da espécie foi considerada dúbia, podendo essa espécie ser uma variação morfológica de alguma outra.

Pode-se considerar que o número de espécies de Ilyocryptidae encontradas nesse estudo foi baixo, uma vez que Kotov & Elmoor-Loureiro (2008) encontraram quatro espécies apenas no Estado de São Paulo.

Macrothricidae

A família Macrothricidae apresentou duas espécies dominantes, com distribuição por toda a bacia (*Macrothrix elegans* e *M. squamosa*) e uma tendência a espécies raras com distribuição aparentemente restrita à porção Oeste da bacia.

Foram identificadas quatro espécies do gênero *Macrothrix*, sendo uma delas possivelmente desconhecida à ciência. *Macrothrix* sp. n1 teve distribuição restrita ao eixo Paraguai-Médio/Baixo Paraná, além de ter sido raro nos pontos em que ocorreu. Sua raridade pode ser o motivo para o desconhecimento da espécie, mas é importante ressaltar que sua morfologia é bastante próxima à de *M. elegans*, o que pode ter levado a uma identificação dos organismos dessa espécie como pertencentes a *M. elegans*. A outra espécie de *Macrothrix* identificada, *M. paulensis*, ocorreu apenas em altas latitudes, no entanto sua distribuição é considerada como sendo da Argentina à Florida (Kotov & Hollwedel, 2004). Esses autores comentam que a espécie tem baixa frequência de ocorrência, tendo ocorrido, em sua maioria, em amostras de corpos de água temporários. No entanto, Sousa e colaboradores (2013) encontraram essa espécie em corpos de água permanentes, assim como no presente estudo.

As outras espécies da família também foram raras e sua ocorrência foi quase que restrita ao eixo Oeste da bacia. Fora deste eixo, *Guernella raphaelis* foi identificada no reservatório de Jurumirim e *Grimaldina brazzai* no reservatório de Itaipu. Certamente é o primeiro registro de *G. raphaelis* no reservatório de Jurumirim. Como discutido anteriormente, nesses reservatórios é possível que haja uma melhor disponibilidade de habitat e de funções naturais que aumentam a diversidade quando comparados aos outros

reservatórios. No entanto, existem registros dessas espécies em outros pontos (*e.g.*: Lima *et al.*, 2003; Serafim-Júnior *et al.*, 2003; Gralhóz, 2005; Rocha *et al.*, 2011), mas conhecimento sobre suas distribuições é escasso.

Moinidae

Foram identificadas quatro espécies dessa família, as quais mostraram ampla distribuição dos tributários do alto rio Paraná houve uma diminuição na frequência de ocorrência da família e, mesmo nos pontos nos quais ela foi observada. A espécie *Moinodaphnia macleayi* raramente foi registrada. São poucos os registros dessa espécie para a região e geralmente esse táxon apresenta baixa abundância quando encontrado (*e.g.*: Ghidini *et al.*, 2009). A riqueza de Moinidae encontrada nesse estudo representa a diversidade da família para a região, não tendo sido registrada apenas *Moina eugeniae* Olivier, 1954 (Goulden, 1968) e *M. macrocopa* (Straus, 1820), a última uma espécie exótica (Elmoor-Loureiro, 2010; Vignatti *et al.*, 2013). Existem outras espécies dessa família no continente Sul Americano, mas as quais não ocorrem na região estudada como, por exemplo, *Moina rostrata* McNair, 1980, encontrada apenas na bacia amazônica (Ghidini & Santos-Silva, 2011).

Sididae

Os Sididae demonstraram um interessante padrão de distribuição, com as espécies de hábito de vida planctônico (gênero *Diaphanosoma*) sendo frequentes em toda a bacia e as de hábito litorâneo (gêneros *Latonopsis*, *Sarsilatona* e *Pseudosida*) com ocorrência associada às planícies de inundação

do Oeste e aos reservatórios de Jurumirim e Itaipu. Como as espécies litorâneas já foram encontradas por uma grande extensão da América do Sul (*e.g.*: Korovchinsky, 1992; Lima *et al.*, 2003; Serafim-Júnior *et al.*, 2003; Debastiani Júnior *et al.*, 2009; Elmoor-Loureiro & Soares, 2010; Rocha *et al.*, 2011; Güntzel *et al.*, 2012), o não registro delas neste trabalho pode estar refletindo uma maior raridade na região dos reservatórios.

CONCLUSÃO

Existe grande riqueza de Cladocera na bacia do Rio da Prata. As espécies encontradas, em sua maioria, apresentam ampla distribuição e, portanto, potencialmente podem ser registradas por toda a extensão da bacia.

A relação entre a riqueza e o espaço geográfico segue um padrão longitudinal, vinculado à quantidade de habitat disponível e ao grau de interconexão desses ambientes.

A latitude não é um fator limitante para a distribuição dos táxons “tropicais” na bacia.

Mesmo abrangendo uma área historicamente bem estudada, o conhecimento sobre os Cladocera na bacia do Rio da Prata ainda é incompleto, tendo sido identificadas três prováveis novas espécies.

Bibliografia

- ADAMOVICZ, S.A., HEBERT, P.D.N. & MARIONE, M.C., 2004. Species diversity and endemism in the *Daphnia* of Argentina: a genetic investigation. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 140: 171-205.
- ALLEN, M.R., 2007. Measuring and modeling dispersal of adult zooplankton. *Oecologia*, 153: 135-143.
- BOOS, H., BOND-BUCKUP, G, BUCKUP, L., ARAUJO, P.B., MAGALHÃES, C., ALMERÃO, M.P., SANTOS, R.A. & MANTELATTO, F.L., 2012. Checklist of the crustacea from the state of Santa Catarina, Brazil. *Check List*, 8(6): 1020-1046.
- BREA, M & ZUCOL, A.L., 2011. The Paraná-Paraguay basin: Geology and Paleoenvironment. In: ALBERT, J.S. AND REIS, R.E. (Eds.), 2011. **Historical Biogeography of Neotropical Freshwater Fishes**. University of California Press, Cap. 4: 69 - 87.
- CASTILHO-NOLL, M.S.M., CÂMARA, C.F., CHICONE, M.F. & SHIBATA, E.H., 2010. Pelagic and littoral cladocerans (Crustacea, Anomopoda and Ctenopoda) from reservoirs of the Northwest of São Paulo State, Brazil. *Biota Neotropica*, 10(1): 21-30.
- CHALAR, G., 2008. The use of phytoplankton patterns of diversity for algal bloom management. *Limnologia*, doi:10.1016/j.limno.2008.04.001.
- DEBASTIANI JÚNIOR, J.R., NOGUEIRA, M.G., ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A. & PERBICHE-NEVES, G., 2009. Occurrence of *Pseudosida ramosa* Daday, 1904 (Crustacea: Cladocera: Ctenopoda) in marginal lakes of the Paranapanema River, with comments on its distribution. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 21(4): 415-418.

- DINIZ, L.P., ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A., ALMEIDA, V.L.S. & MELO JÚNIOR, M., 2013. Cladocera (Crustacea, Branchiopoda) of a temporary shallow pond in the Caatinga of Pernambuco, Brazil. *Nauplius*, 21(1): 65-78.
- DUMONT, H.J., 1994. On the diversity of the Cladocera in the tropics. *Hydrobiologia*, 272: 27-38
- DUMONT, H.J., SILVA-BRIANO, M. & BABU, K.K.S., 2002. A re-evaluation of the *Macrothrix rosea-triserialis* group, with the description of two new species (Crustacea Anomopoda: Macrothricidae). *Hydrobiologia*, 467: 1-44.
- ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A., 1997. **Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil**. Brasília: Universa. 156p.
- ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A., 2000. Ocorrência de *Scapholeberis armata freyi* Dumont & Pensaert (Crustacea, Anomopoda, Daphniidae) no Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 17(1): 301-302.
- ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A. & SOARES, C.E.A., 2010. Cladocerans from gut content of fishes from Guaporé River Basin, MT, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 22(1): 46-49.
- ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A., SANTÂNGELO, J.M., LOPES, P.M. & BOZELLI, R.L., 2010. A new report of *Moina macrocopa* (Straus, 1820) (Cladocera Anomopoda) in South America. *Brazilian Journal of Biology*, 70(1): 225-226.
- ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A.; SANTOS-WISNIEWSKI, M.J. & ROCHA, O., 2013. Redescription of *Alonella lineolata* Sars, 1901 (Crustacea, Cladocera, Chydoridae) and its translocation to the subfamily Aloninae and to the new genus *Bergamina* gen. nov.. *Zootaxa*, 3630 (3): 571-581
- FERRAREZE, M. & NOGUEIRA, M.G., 2011. Importance of lateral lagoons for the zooplankton assemblages (Cladocera and Copepoda) in a large tropical reservoir. *Oecologia Australis*, 15(3): 673-687.

- FORRÓ, L., KOROVCHINSKY, N.M., KOTOV, A.A. & PETRUSEK, A., 2008. Global diversity of cladocerans (Cladocera; Crustacea) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 177-184.
- FREITAS, G.T.P., CRISPIM, M.C. & HERNÁNDEZ, M.I.M., 2007. Changes in life-history parameters of cladoceran *Ceriodaphnia cornuta* (Sars, 1886) in the presence of Chaoborus larvae. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 19(3): 295-303.
- FREY, D.J., 1982. The reticulated species of Chydorus (Cladocera, Chydoridae): two new species with suggestions of convergence. *Hydrobiologia*, 93: 255-279.
- 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*, 42 (4): 277-288.
- GHIDINI, A.R. & SANTOS-SILVA, E.N., 2011. Composition, species richness and patterns of nycthemeral vertical distribution of planktonic cladocereans in a black water Amazonian lake. *Nauplius*, 19(2): 109-122.
- GHIDINI, A.R., SERAFIM-JÚNIOR, M., PERBICHE-NEVES, G. & BRITO, L., 2009. Distribution of planktonic cladocerans (Crustacea: Branchiopoda) of a shallow eutrophic reservoir (Paraná State, Brazil). *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 4(3): 294-305
- GOULDEN, C.E., 1968. **The Systematics and Evolution of the Moinidae.** Transactions of the American Philosophical Society, vol. 58, part 6. 101p.
- GRALHÓZ, G., 2005. Associações de Cladocera (Crustacea Branchiopoda) e fatores limnológicos em áreas de várzea do rio Paranapanema (SP-PR). Botucatu, Dissertação de Mestrado. 293p.

- GÜNTZEL, A.M., MELO, I.K.M., ROCHE, K.F., SILVA, V.F.B. & POMPIANI, P.G., 2012. Cladocerans from gut contents of fishes associated to macrophytes from Taquari River Basin, MS, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 24(1): 97-102
- HANSKI, I., 1999. **Metapopulation Ecology - Oxford Series in Ecology and Evolution**, ISSN 1746-3130, Oxford University Press. 313p.
- HOLLWEDEL, W., KOTOV, A.A., BRANDORFF, G.O., 2003. Cladocera (Crustacea: Branchiopoda) from the Pantanal (Brazil). *Arthropoda Selecta*, 12(2): 67-93.
- 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**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Cap. 9: 229-250.
- 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. *International Review of Hydrobiology*, 93(6): 659-678.
- KOŘÍNEK, V., 2002. Cladocera. In.: FERNANDO, C.H. (Ed.). **A Guide to Tropical Freshwater Zooplankton (identification, Ecology and Impact on Fisheries)**. Backhuys Publisehers, Leiden. Cap. 3. pp. 69-123.
- KOROVCHINSKY, N.M., 1992. Sididae & Holopedidae (Crustacea: Daphniformes). In: Dumont, H.J. (Ed.). **Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World**. SPB Academic Publishing. Vol. 3, 84p.
- KOROVCHINSKY, N.M., 1997. On the history of studies on cladoceran taxonomy and morphology, with emphasis on early work and causes of insufficient knowledge of the diversity of the group. *Hydrobiologia* 360: 1-11
- KOROVCHINSKY, N.M., 2006. The Cladocera (Crustacea: Branchiopoda) as a relict group. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 147: 109-124

KOTOV, A.A. & DUMONT, H.J., 2000. Analysis of the *Ilyocryptus spinifer*-species group (Anomopoda, Branchiopoda), with description of a new species. *Hydrobiologia*, 428: 85-113.

KOTOV, A.A. & HOLWEDELL, W., 2004. Revision of the *Macrothrix paulensis* species group (Anomopoda, Cladocera, Branchiopoda) in Neotropics, with description of *M. brandorffi* n. sp.. *Archiv fuer Hydrobiologie Supplement*, 151(1-2): 125-159.

KOTOV, A.A. & STIFTER, P., 2006. Cladocera: family Ilyocryptidae (Brachiopoda: Cladocera: Anomopoda). In: Dumont, H.J. (Ed.). **Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World**. Backhuys Publishers, Leiden. Vol. 22, 172p.

KOTOV, A.A. & ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A., 2008. Revision of *Ilyocryptus* Sars, 1862 (Cladocera: Ilyocryptidae) of Brazil with description of two new subspecies. *Zootaxa*, 1962: 49-64.

KOTOV, A.A. & ELÍAS-GUTIÉRREZ, M., 2009. A Phylogenetic Analysis of *Ilyocryptus* SARS, 1862 (Cladocera: Ilyocryptidae). *International Review of Hydrobiology*, 94(2): 208-225.

LANSAC-TÔHA F.A., BONECKER C.C., VELHO L.F. M., TAKAHASHI E.M. & NAGAE M.Y., 2004. Zooplankton in the Upper Paraná River Floodplain: Composition, richness, abundance and relationships with the hydrological level and the connectivity. In: THMOAZ, S.M., AGOSTINHO, A.A. & HAHN, N.S. (EDS.): **Structure and Functioning of the Paraná River and its Floodplain**. Maringá State University Press (EDUEM), Paraná, Brazil. pp. 75- 84.

LIMA, A.F., LANSAC-TÔHA, F.A., VELHO, L.F.M., BINI, L.M. & TAKEDA, A.M., 2003. Composition and abundance of Cladocera (Crustacea) assemblages associated with *Eichhornia azurea* (Swartz) Kunth stands in the Upper Paraná River floodplain. *Acta Scientiarum: Biological Sciences*, 25(1): 41-48.

- MAKARIEVA, A.M. & GORSHKOV, V.G., 2007. Biotic pump of atmospheric moisture as driver of the hydrological cycle on land. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11: 1013-1033.
- MORRONE, J.J., 2004. La zona de transición Sudamericana: caracterización y relevancia evolutiva. *Acta Entomológica Chilena*, 28 (1): 41-50.
- NEVES, I.F., ROCHA, O., ROCHE, K.F. & PINTO, A.A, 2003. Zooplankton community structure of two marginal lakes of the river Cuiabá (Mato Grosso, Brazil) with analysis of Rotifera and Cladocera diversity. *Brazilian Journal of Biology*, 63(2): 329-343.
- NOGUEIRA, M.G., OLIVEIRA, P.C.R. & BRITTO, Y.T., 2008. Zooplankton assemblages (Copepoda and Cladocera) in a cascade of reservoirs of a large tropical river (SE Brazil). *Limnetica*, 27 (1): 151-170.
- ORLOVA-BIENKOWSKAJA, M.J., 1998. A revision of the cladoceran genus *Simocephalus* (Crustacea, Daphaniidae). *Bulletin of the Natural history Museum, London (Zoology series)*. 64(1): 1-62.
- PAGGI, J.C., 1992. A new species of *Ilyocryptus* (Anomopoda: Macrothricidae) from Argentina. *Hydrobiologia*, 231: 141-151.
- PANARELLI, E.A., CASANOVA, S.M.C. & HENRY, R., 2008. The role of resting eggs in the recovery of zooplankton community in a marginal lake of the Paranapanema River (São Paulo, Brazil), after a long drought period. *Acta Limnologica. Brasiliensia*, 20 (1): 73-88.
- PERBICHE-NEVES, G. & NOGUEIRA, M.G., 2010. Multi-dimensional effects on Cladoceran (Crustacea, Anomopoda) assemblages in two cascade reservoirs in Southeast Brazil. *Lakes & Reservoirs: Research and Management*, 15: 139-152

- PINTO-COELHO, RM., PINEL-ALLOUL, B., MÉTHOT, G. & HAVENS, K., 2005. Crustacean zooplankton in lakes and reservoirs of temperate and tropical regions: variations with trophic status. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 62: 348-361.
- POTTER, P.E., 1997. The Mesozoic and Cenozoic paleodrainage of South America: a natural history. *Journal of South American Earth Sciences*, 10 (5-6): 331-344.
- ROCHA,O, SANTOS-WISNIEWSKI, M.J. & MATSUMURA-TUNDISI, T., 2011. Checklist de Cladocera de água doce do Estado de São Paulo. *Biota Neotropica*, 11 (1a): 1-22.
- RIVERA-RONDÓN, C.A., ZAPATA, A.M., PÉREZ, D., MORALES, Y., OVALLE, H. & ALVAREZ, J.P., 2010. Caracterización Limnológica del Río Orinoco (Orinoquia, Colombia). *Acta Biológica Colombiana*, 15 (1): 145-166.
- SACHEROVÁ, V. & HEBERT, P.D.N., 2003. The evolutionary history of the Chydoridae (Crustacea: Cladocera). *Biological Journal of the Linnean Society*, 79: 629-643.
- SARTORI, L.P., NOGUEIRA, M.G., HENRY, R. & MORETTO, E.M., 2009. Zooplankton fluctuations in Jurumirim Reservoir (São Paulo, Brazil): a three-year study. *Brazilian Journal of Biology*, 69(1): 1-18.
- SERAFIM-JÚNIOR, M., LANSAC-TÔHA, F.A., PAGGI, J.C., VELHO, L.F.M. & ROBERTSON, B., 2003. Cladocera fauna composition in a river-lagoon system of the upper Paraná River floodplain, with a new record for Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 63(2): 349-356.
- SHARMA, P. & KOTOV, A.A., 2013. Molecular approach to identify sibling species of the *Ceriodaphnia cornuta* complex (Cladocera: Daphniidae) from Australia with notes on the continental endemism of this group. *Zootaxa*, 3702 (1): 079-089.

- SINEV, A.Y. & ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A. 2010. Three new species of chydorid cladocerans of subfamily Aloninae (Branchipoda: Anomopoda: Chydoridae) from Brazil. *Zootaxa*, 2390: 1-25.
- SMIRNOV, N.N., 1992. The Macrothricidae of the World. In: DUMONT, H.J. (ED.). **Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World**. SPB Academic Publishing, The Netherlands. Vol. 1, 152p.
- SMIRNOV, N.N., 1996. Cladocera: the Chydorinae and Sayciinae (Chydoridae) of the World. In: DUMONT, H.J. (ED.). **Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World**. SPB Academic Publishing, The Netherlands. Vol. 11, 195p.
- SOARES, A.P., SOARES, P.C. & ASSINE, M.L., 2003. Areiais e lagoas do Pantanal, Brasil: Herança paleoclimática? *Revista Brasileira de Geociências*, 33 (2): 211 - 214.
- SOUSA, F.D.R., ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A. & MENDONÇA-GALVÃO, L., 2013. Cladocerans (Crustacea, Anomopoda and Ctenopoda) from Cerrado of Central Brazil: Inventory of phytophilous community in natural wetlands. *Biota Neotropica*, 13(3): 222-229.
- STEVAUX, J.C.; SOUZA-FILHO, E.E.; MEDEANIC, S. & YAMSKIKH, 2004. The quaternary history of the Paraná River and its floodplain. In: THOMAZ; S.M.; AGOSTINHO, A.A. & HAHN, N.S. (Eds.). **The upper River Paraná River and its Floodplain**. Backhuys Publishers, Leiden, pp. 31-53.
- TAKAHASHI, E.M., LANSAC-TÔHA, F.A., VELHO, L.F.M. & BONECKER, C.C., 2005. Longitudinal distribution of cladocerans (Crustacea) in a Brazilian tropical reservoir. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 17(3):257-265.
- TAKAHASHI, E.M., LANSAC-TÔHA, F.A., DIAS, J.D., BONECKER, C.C. & VELHO, L.F.M., 2009. Spatial variations in the zooplankton community from the

Corumbá Reservoir, Goiás State, in distinct hydrological periods. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 31(3): 227-234.

VAN DAMME, K. & DUMONT, H.J., 2008. Further division of *Alona* Baird, 1843: separation and position of *Coronatella* Dybowski & Grochowski and *Ovalona* gen.n. (Crustacea: Cladocera). *Zootaxa*, 1960: 1-44.

Van Damme, K. & Dumont, H.J., 2009. Notes on chydorid endemism in continental Africa: *Matralona* gen. n., a monotypic Alonine from the Fouta Djallon Plateau (Guinea, West Africa) (Crustacea: Cladocera: Anomopoda). *Zootaxa*, 2051: 26-40.

VAN DAMME, K. & DUMONT, H.J., 2010. Cladocera of the Lençóis Maranhenses (NE - Brazil): faunal composition and a reappraisal of Sars' Method. *Brazilian Journal of Biology*, 70 (3-suppl.): 755-779.

VAN DAMME, K; KOTOV, AA & DUMONT, HJ, 2010. A checklist of names in *Alona* Baird 1843 (Crustacea: Cladocera: Chydoridae) and their current status: an analysis of the taxonomy of a lump genus. *Zootaxa*, 2330: 1-63.

VAN DAMME, K, SINEV, AY & DUMONT, HJ, 2011. Separation of *Anthalona* gen. n. from *Alona* Baird, 1843 (Branchiopoda: Cladocera: Anomopoda): morphology and evolution of scraping stenothermic alonines. *Zootaxa*, 2875: 1-64.

VELHO, L.F.M., LANSAC-TÔHA, F.A. & BONECKER, C.C., 2000. New record of planktonic Cladocera to the Upper Paraná River, Brazil: *Bosmina huarioensis* Delachaux, 1918. *Revista Brasileira de Biologia*, 60(4): 633-636.

VIGNATTI, A.M., CABRERA, G.C., ECHANIZ, S.A., 2013. Distribution and biological aspects of the introduced species *Moina macrocopa* (Straus, 1820) (Crustacea, Cladocera) in the semi-arid central region of Argentina. *Biota Neotropica*, 13(3):88-92.

Associações de Cladocera (Crustacea Branchiopoda) com diferentes tipos funcionais de macrófitas

José Roberto Debastiani Júnior

Lourdes Maria Abdu El-moor Loureiro

Marcos Gomes Nogueira

RESUMO

Áreas colonizadas por macrófitas aquáticas suportam um elevado número de organismos e espécies. Tal característica é comumente atribuída à complexidade espacial gerada pelas plantas, promovendo uma maior quantidade de microhabitats para os organismos. Parte dos trabalhos voltados à associação entre fauna e flora nesse tipo de ambiente foca a comunidade de macroinvertebrados, negligenciando uma gama de organismos de menor porte, como os Cladocera. Esse grupo de microcrustáceos apresenta grande diversidade de formas e hábitos de vida, podendo ser encontrados tanto na região limnética de corpos de água quanto associados às macrófitas e ao sedimento. Apesar de se conhecer tal diversidade de hábitos, pouco se sabe da real associação entre as espécies de Cladocera e os diferentes tipos funcionais de macrófitas aquáticas, seja pela não realização de estudos que considerem os tipos funcionais como diferentes habitats, seja pela aplicação de metodologias de amostragem planctônica. O objetivo deste trabalho é investigar como a metodologia amostral influencia na qualidade do dado quanto à riqueza de espécies e determinar se diferentes tipos funcionais de macrófitas suportam comunidades diferentes de Cladocera. Para tanto, técnicas complementares de coleta foram aplicadas em diversas áreas alagadas conectadas aos principais rios e reservatório da bacia do Rio da Prata. A região de montante do reservatório de Jurumirim foi escolhida para se realizar uma investigação aprofundada quanto às comunidades associadas aos diferentes tipos funcionais de plantas, por lá eles coexistirem. Os resultados obtidos demonstram que a aplicação de técnicas complementares para obtenção de amostras entre os bancos de macrófitas e na região limnética leva a um aumento expressivo na qualidade do dado obtido quanto à riqueza de espécies em um corpo de água. Foi também observado que há associação de diferentes espécies de Cladocera com cada tipo funcional de planta, acarretando uma diferença que não pode ser explicada unicamente por um aumento na complexidade do meio e que todas as formações vegetais do corpo de água necessitam de ser investigadas para um levantamento confiável da riqueza local.

PALAVRAS-CHAVE: tipos funcionais de macrófitas, cladóceros, Jurumirim, Rio da Prata.

INTRODUÇÃO

Corpos de água colonizados por macrófitas podem conter um grande número de espécies animais, conforme já evidenciado em diversos estudos no país (*e.g.*: Meschiattiet *et al.*, 2000; Elmoor-Loureiro, 2007; Güntzel *et al.*, 2010; Panarelli *et al.*, 2008 e 2010; Ferrareze & Nogueira, 2011). As macrófitas em si são consideradas como um importante fator para essa diversidade, pois sua presença aumenta a heterogeneidade ou complexidade espacial e, conseqüentemente, o número de microhabitats (Nogueira *et al.*, 2003; Thomaz *et al.*, 2008; Thomaz & Cunha, 2010; Ferreira *et al.*, 2011).

De acordo com a complexidade do meio, organismos com tamanho corpóreo reduzido teriam uma maior área de habitat utilizável e, conseqüentemente, o ambiente suportaria um maior número de indivíduos e também de espécies (Ferreira *et al.*, 2011). O que se observa é uma ampla variação na complexidade de diferentes macrófitas, que podem ser classificadas de acordo com seu tipo funcional: flutuantes, submersas e enraizadas emersas (Esteves, 1998). Dessa forma, cada tipo de planta poderia apresentar uma constituição diferente de espécies e de tamanhos de organismos a ele associado.

Parte dos trabalhos voltados à associação entre fauna e flora nesses tipos de ambiente foca a comunidade de macroinvertebrados (*e.g.*: Fulan & Henry, 2006; Thomaz *et al.*, 2008), negligenciando uma gama de organismos de menor porte, como os Cladocera (Crustacea, Branchiopoda).

Muitas espécies de Cladocera têm seu máximo adaptativo em áreas colonizadas por macrófitas, sendo consideradas fitófilas ou, de forma mais geral, litorâneas. A última nomenclatura é imprecisa, pois esses organismos são comumente encontrados, por exemplo, em bancos de macrófitas flutuando na

região limnética de lagos, lagoas e até mesmo rios (*e.g.*: Gazulha *et al.*, 2011). Mesmo com essa possibilidade, para realizar a coleta desses organismos é necessária a utilização de metodologia específica e, como grande parte dos estudos realizados com o grupo aplica metodologias de amostragem planctônica, o número de espécies é geralmente subestimado. Walseng e colaboradores (2006), ao realizarem um estudo em diversos lagos Noruegueses, concluíram que a riqueza de microcrustáceos obtida em trabalhos que utilizaram a metodologia de coleta pelágica deve ser interpretada com cautela, pois superestima a riqueza planctônica e subestima a litorânea.

Tremel e colaboradores (2000) demonstraram que diferentes tipos de habitat em um lago, em um mesmo momento, suportam composições e estruturas de comunidade de Cladocera diferentes, sendo a presença de macrófitas um fator determinante para as diferenças encontradas. Neste caso, apenas um tipo de macrófita foi observada ou considerada no estudo. Mesmo com a evidente associação entre cladóceros e macrófitas, pouco se sabe se existe diferença de composição de espécies de Cladocera entre os diferentes tipos funcionais de plantas que podem ser considerados como diferentes habitat para estes organismos.

Este trabalho tem por objetivos: (1) Demonstrar como a metodologia de amostragem influencia no número total de espécies de Cladocera em corpos de água adjacentes colonizados por macrófitas e (2) identificar possíveis variações da composição da comunidade de Cladocera em corpos de água adjacentes colonizados por macrófitas aquáticas, considerando quatro tipos de habitat: região limnética, macrófitas submersas, macrófitas emersas enraizadas e macrófitas flutuantes.

MATERIAIS E MÉTODOS

Influência do Método de Amostragem

Em 23 áreas adjacentes aos principais rios e reservatórios da bacia do Rio da Prata foram aplicados dois tipos de amostragem em dois períodos subsequentes (verão e inverno de 2010). A primeira metodologia foi o arrasto horizontal (por 5m) com rede de plâncton padrão (68µm de abertura de malha) a uma distância aproximada e paralela de 1 metro dos bancos de macrófita, tendo sido coletadas três amostras, fixadas em formol 4%, em cada área. A segunda metodologia aplicada foi a coleta de organismos com rede tipo puçá (68µm de abertura de malha) entre as macrófitas, realizando movimentos vigorosos para promover a soltura dos sedimentos agregados às plantas e, conseqüentemente, dos organismos nelas fixados. Foi coletada uma amostra em cada ponto, fixada com formol de concentração final de 4%.

As amostras foram analisadas sob microscopia óptica (lupa Zeiss V6 e microscópio Zeiss Standard 25) e os organismos identificados ao nível de espécie. Para a identificação foi utilizada literatura especializada (Korovchinsky, 1992; Smirnov, 1992 e 1996; Elmoor-Loureiro, 1997; Dumont *et al.*, 2002; Orlova-Bienkowskaja, 1998; Kořínek, 2002; Kotov & Stifter, 2006; Sinev & Elmoor-Loureiro, 2010; Van Damme *et al.*, 2008, 2010 e 2011; Elmoor-Loureiro *et al.*, 2013).

Os dados qualitativos obtidos foram relativizados, percentualmente, ao número total de espécies em cada amostra para se ter um valor comparável entre os pontos.

Variação da composição de Cladocera nos tipos funcionais de macrófitas

Para essa avaliação foi selecionado um complexo de lagoas na região de montante do reservatório de Jurumirim, por lá coexistirem todos os tipos funcionais de plantas pretendidos (Costa & Henry, 2010). A amostragem foi realizada em Novembro de 2013, final do período seco e início do chuvoso na região.

Para cada tipo funcional de macrófitas foi aplicada uma metodologia diferente, bem como para a região limnética do corpo de água, como segue (Fig. 1):

- Flutuante:

Uma rede de plâncton (68µm de abertura de malha) foi cuidadosamente posicionada sob o banco de macrófitas e então parcialmente suspensa, de modo a ficar com parte de seu cone fora da água e parte no interior. As macrófitas foram então lavadas dentro da rede e depois descartadas. Por fim foi filtrada a água contendo os sedimentos e organismos associados às macrófitas.

- Submersa:

Com utilização de rede tipo puçá (68µm de abertura de malha) foram feitos movimentos multidirecionais entre as macrófitas submersas, com as mesmas sofrendo fricção da rede e, conseqüentemente, tendo os sedimentos e organismos a elas fixados liberados para o interior da rede.

- Enraizada emersa:

Foi utilizado um tubo acrílico para envolver as macrófitas sem causar perturbação na mesma, de modo a manter os organismos a ela associados. Ambas as extremidades desse tubo foram fechadas após o corte da planta. O tubo foi então agitado e a água contida foi filtrada por rede de 68µm de abertura de malha.

- Região limnética:

A amostragem da região limnética foi realizada com arrastos horizontais (5m) na subsuperfície do corpo de água com uma rede de plâncton padrão com 68µm de abertura de malha.

Para cada método foram obtidas três amostras, as quais foram acondicionadas em frascos e fixadas com formol em concentração final de 4%.

A identificação dos organismos seguiu o mesmo padrão citado no item anterior e os dados foram organizados de modo a comparar a similaridade das comunidades quanto a sua composição. Para essa comparação foi calculado o índice de Jaccard e elaborada uma lista de espécies para cada habitat.

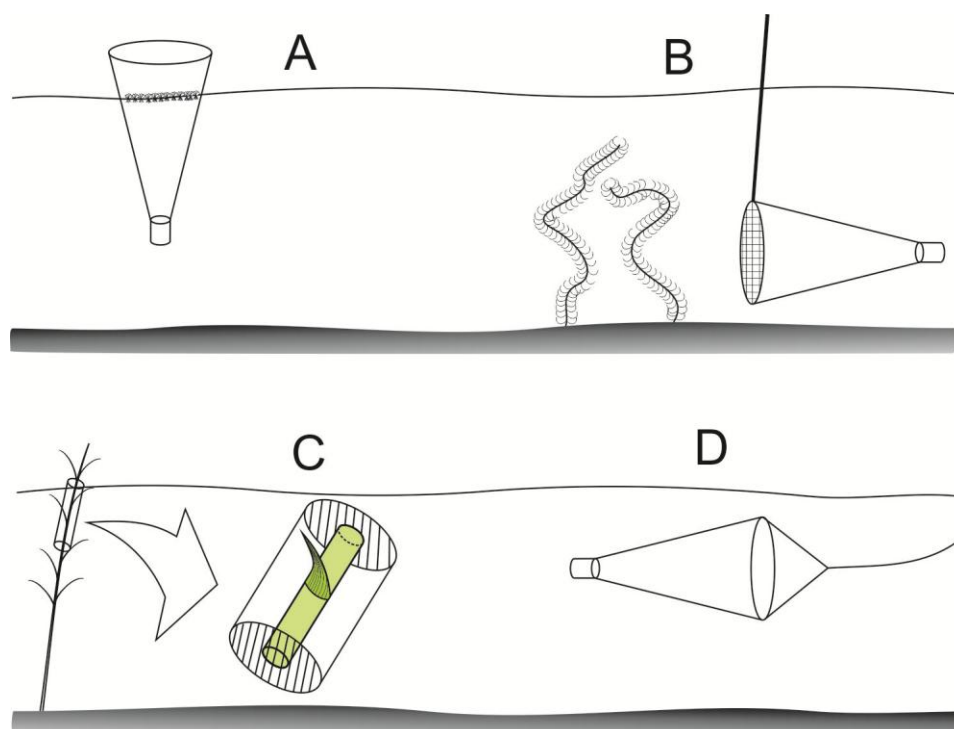


Figura 1. Ilustração das metodologias utilizadas para amostragem dos Cladocera nos diferentes tipos funcionais de macrófitas e na região limnética. A: Macrófitas Flutuantes, B: Macrófitas Submersas, C: Macrófitas Enraizadas Emersas e D: Região Limnética.

RESULTADOS

Influência do Método de Amostragem

Para a análise da influência dos tipos de amostragem sobre a riqueza total de Cladocera em cada ponto da bacia do Rio da Prata foram elaborados gráficos de percentual de ocorrência por habitat considerado (Figs. 2 e 3). Com a comparação evidenciou-se que boa parte da comunidade de Cladocera de cada ponto pode ser identificada com ambas as metodologias aplicadas (segmento “ambos” da legenda). No entanto, a fração restante é substancial e algumas vezes maior, demonstrando que a aplicação de metodologias de amostragem

complementares traz um nível de informação mais acurado do que a aplicação de técnicas usuais no estudo do “zooplâncton” de águas continentais. Destaca-se a contribuição no número de espécies com a aplicação de metodologia específica para a região ocupada por macrófitas que, em alguns casos, representa mais de 50% das espécies encontradas no ponto.

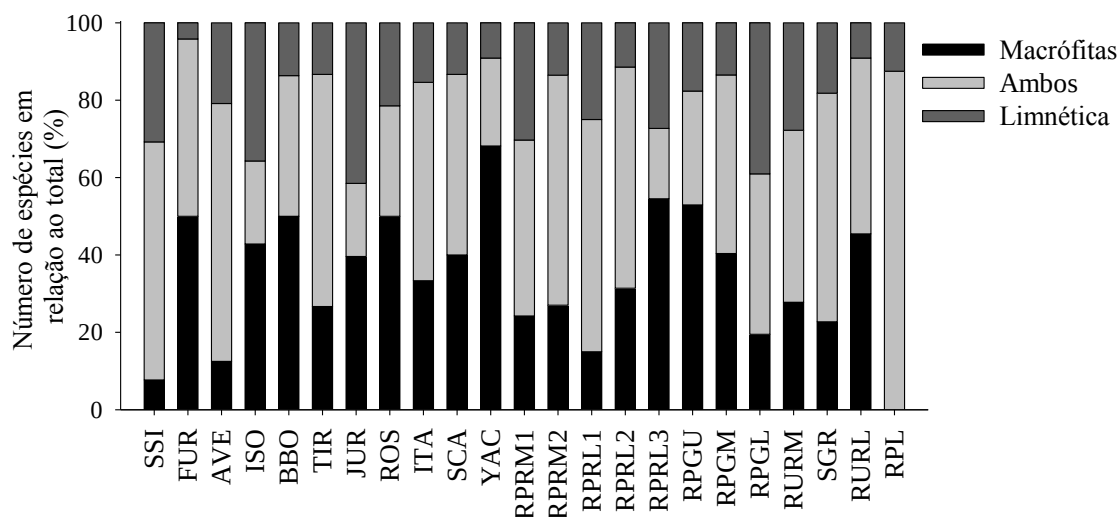


Figura 2. Percentual de espécies de Cladocera observadas em amostragens entre os bancos de macrófitas, na região limnética e comuns entre as metodologias aplicadas nos pontos da bacia do Rio da Prata no período de verão.

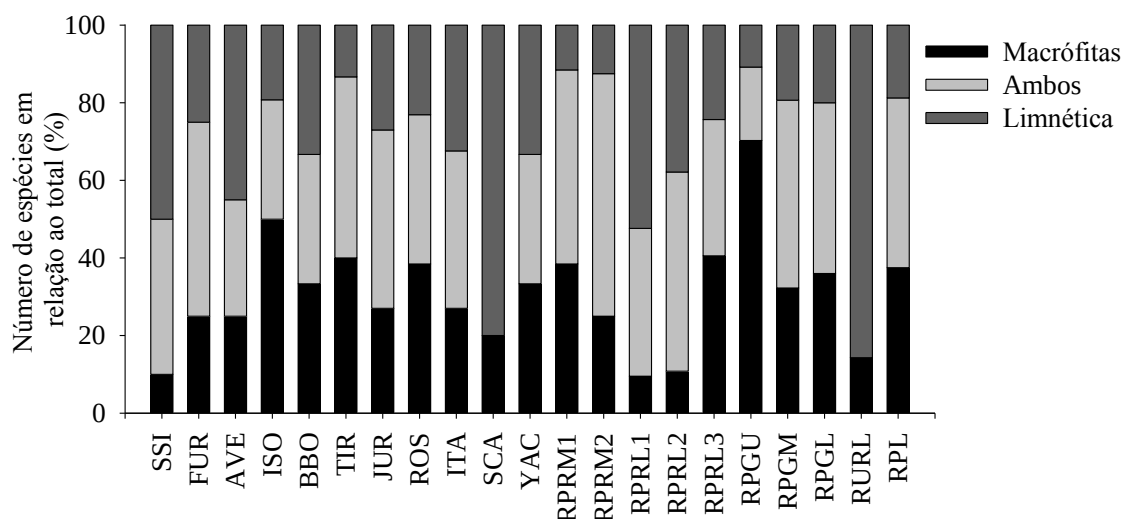


Figura 3. Percentual de espécies de Cladocera observadas em amostragens entre os bancos de macrófitas, na região limnética e comuns entre as metodologias aplicadas nos pontos da bacia do Rio da Prata no período de inverno.

Variação da composição de Cladocera nos tipos funcionais de macrófitas

Para comparar a similaridade de composição da comunidade de Cladocera entre os diferentes tipos funcionais de plantas aquáticas foi calculado o índice de Jaccard (Tab. 1). Observaram-se valores muito baixos de similaridade, demonstrando que cada tipo de macrófita e a região limnética, possuem composições de espécies diferentes entre si.

Um lista das espécies presentes em cada habitat amostrado foi elaborada de modo a evidenciar a organização espacial e permitir uma correlação com o hábito de vida das espécies (Tab. 2).

Observou-se que as macrófitas flutuantes foram as maiores contribuintes para a riqueza total, com espécies bentônicas e fitófilas de hábito alimentar detritívoro sendo as mais numerosas.

As macrófitas enraizadas emersas tiveram em sua comunidade associada a presença de organismos considerados litorâneos, mas com maior potencial natatório quando comparados com os táxons encontrados nas macrófitas flutuantes.

A composição específica nas macrófitas submersas foi mais similar à das macrófitas enraizadas emersas, tendo sido encontrado o maior valor do índice de Jaccard para esse pareamento.

A região limnética se diferenciou muito dos outros habitats, com dominância de espécies verdadeiramente planctônicas, especialmente aquelas da família Bosminidae.

Tabela 1. Similaridade da composição (índice de Jaccard) das comunidades de Cladocera nos diferentes tipos funcionais de macrófitas e região limnética no reservatório de Jurumirim.

	Limnética	Emersa	Submersa	Flutuante
Limnética	1,00			
Emersa	0,19	1,00		
Submersa	0,29	0,50	1,00	
Flutuante	0,19	0,21	0,27	1,00

Tabela 2. Lista de espécies dos habitats amostrados na região de montante do reservatório de Jurumirim. **Limn**=Região Limnética, **Eme**= Emersa enraizada; **Sub**=Submersa e **Flut**=Flutuante.

	Limn	Eme	Sub	Flut
Chydoridae Stebbing, 1902				
<u>Aloninae Frey, 1967</u>				
<i>Acroperus tupinambá</i> Sinev & Elmoor-Loureiro, 2010	x			
<i>Alonacf. glabra</i> Sars, 1901		x		
<i>Alona dentifera</i> (Sars, 1901)				x
<i>Alona ossiani</i> Sinev, 1998				x
<i>Camptocercus australis</i> Sars, 1896		x	x	x
<i>Karualona muelleri</i> (Richard, 1897)				x
<i>Leydigiopsis ornata</i> Daday, 1905				x
<i>Notoalona sculpta</i> (Sars, 1901)				x
<i>Oxyurella ciliata</i> Bergamin, 1939				
<u>Chydorinae Stebbing, 1902</u>				
<i>Chydorus eurynotus</i> Sars, 1901				x
<i>Chydorus nitidulus</i> (Sars, 1901)				x
<i>Chydorus pubescens</i> Sars, 1901				x
<i>Ephemeroporus hybridus</i> (Daday, 1905)				x
<i>Pseudochydorus cf. globosus</i> (Baird, 1850)				x
Bosminidae Sars, 1985				
<i>Bosmina freyi</i> De Melo & Hebert, 1994	x			
<i>Bosmina hagmanni</i> Stingelin, 1904	x			
<i>Bosmina tubicen</i> Brehm, 1953	x			
<i>Bosminopsis deitersi</i> Richard, 1895	x		x	x
Daphniidae Straus, 1820				
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> Sars, 1885	x	x	x	x
<i>Ceriodaphnia silvestrii</i> Daday, 1902	x			x
<i>Simocephalus serrulatus</i> (Koch, 1841)	x	x	x	x

	Limn	Eme	Sub	Flut
Ilyocryptidae Smirnov, 1992				
<i>Ilyocryptus spinifer</i> Herrick, 1882		X		X
Macrothricidae Norman & Brandy, 1867				
<i>Macrothrix elegans</i> Sars, 1901	X	X	X	
<i>Macrothrix squamosa</i> Sars, 1901		X		
Moinidae Goulden, 1968				
<i>Moina minuta</i> Hansen, 1899	X			X
Sididae Baird, 1850				
<i>Diaphanosoma breviremi</i> Sars, 1901			X	X
<i>Diaphanosoma fluviatile</i> Hansen, 1899	X			
<i>Latonopsis australis</i> Sars, 1888		X	X	X
<i>Sarsilatona serricauda</i> (Sars, 1901)				X

Discussão

A análise da influência da metodologia de amostragem sobre a riqueza de Cladocera em áreas alagadas adjacentes aos principais rios e reservatórios da bacia do Rio da Prata, colonizadas por macrófitas, demonstrou que a utilização de metodologias complementares de amostragem acarreta um aumento significativo na qualidade do dado obtido.

O número de espécies encontrado ao se utilizar ambas as técnicas limnética e entre as macrófitas de amostragem é maior do que se considerada apenas uma das metodologias. Poder-se-ia dizer que esse aumento era esperado ao considerar as amostras agrupadas devido a um aumento no n amostral. No entanto, a grande fração de espécies observadas em apenas um tipo de amostra, em alguns casos mais de 50% da riqueza total, demonstra que o aumento no número de espécies ocorre devido à diversificação de ambientes amostrados.

A contribuição para a riqueza local pela amostragem entre as macrófitas foi em geral maior do que aquela obtida através da amostragem na região limnética. Duas são as razões para tal padrão: (1) os organismos planctônicos utilizam mais comumente a região ocupada pelos bancos de macrófitas do que os fitófilos utilizam a região Limnética, por maior dificuldade de locomoção dos últimos na coluna de água; e (2) a complexidade espacial proporcionada pelas macrófitas possibilita a coexistência de um maior número de espécies em um espaço similar.

Geraldes & Boavida (2004) indicam uma série de trabalhos nos quais foram observados táxons pelágicos nas regiões ocupadas por macrófitas. O oposto, táxons fitófilos ou bentônicos ocorrendo na região pelágica é incomum

e, quando há tal observação, tais táxons são geralmente considerados como “acidentais”.

Como as espécies com hábito de vida associado a substratos desenvolveram uma série de adaptações para que pudessem se manter sobre os mesmos, sua capacidade natatória foi diminuída, o que se observa principalmente pela redução das antenas na maioria dos táxons. Há algumas exceções como, por exemplo, os Ilyocryptidae, que tem antenas bem desenvolvidas e fortes, com algumas espécies apresentando setas natatórias grandes (Paggi, 1992). Mas, neste táxon a função desse apêndice está mais envolvida com a movimentação dentro do substrato do fundo dos corpos de água, e menos com a natação.

A exclusão dos táxons “litorâneos” da região pelágica não é absoluta. Timms & Moss (1984) observaram que espécies fitófilas de Cladocera “saltavam” de uma macrófita a outra e, portanto, realizavam voluntariamente breves movimentos na coluna de água. Nogueira e colaboradores (2003) observaram em um lago da Inglaterra a rápida colonização de substratos colocados na região pelágica por espécies da família Chydoridae, mesmo estes organismos tendo tamanho diminuto e baixa capacidade natatória.

Embora os trabalhos acima citados demonstrem um comportamento ativo de utilização da região pelágica por táxons fitófilos/bentônicos, também é possível que a presença dessas espécies na coluna de água da região pelágica seja realmente acidental. Por exemplo, segundo Siebeck (1980) algumas espécies podem se movimentar pelo sedimento da região pelágica, dessa forma, caso ocorra um evento de re-suspensão do sedimento, estas espécies seriam lançadas na coluna de água involuntariamente, justificando a utilização do termo “acidental”.

Determinar se uma espécie é verdadeiramente litorânea ou limnética é um grande desafio. Walseng e colaboradores (2006) realizaram um extenso estudo no intuito de determinar quais espécies apresentavam qual hábito de vida em milhares de lagos noruegueses e chegaram à conclusão que a maioria utiliza tanto a região pelágica quanto a litorânea. Contudo, assim como neste trabalho, estes autores observaram maior contribuição à riqueza de amostragens feitas em áreas colonizadas por macrófitas.

Essa maior contribuição pode ser devido à maior complexidade do ambiente causada pela estrutura física das plantas, a qual é tida como um fator controlador da diversidade e densidade de invertebrados (McAbendroth *et al.*, 2005; Thomaz *et al.*, 2008).

A complexidade ambiental age de inúmeras formas sobre as comunidades animais. Para algumas espécies existe o aumento do número de micro-habitats potencialmente colonizáveis e, portanto, um aumento relativo do tamanho do ambiente (Ferreiro *et al.*, 2011). Para outras, os emaranhados de macrófitas são utilizados como áreas de proteção, alimentação ou desenvolvimento (Meerhoff *et al.*, 2007).

A discussão científica a respeito de como a complexidade age sobre os Cladocera é baseada nos táxons limnéticos de grande porte e grande capacidade filtradora, comuns em regiões temperadas. Existe uma considerável quantidade de trabalhos nesta linha de pesquisa, nos quais é observado que aparentemente a complexidade gerada pelas macrófitas necessita uma associação com outros fatores (e.g.: turbidez, peixes, estado trófico, etc.) para influenciar os Cladocera (Meerhoff *et al.*, 2007).

No entanto, para os táxons fitófilos, as macrófitas são o habitat permanente e não uma região utilizada para refúgio ou alimentação em uma

determinada condição. Portanto, a associação desses organismos com as plantas vai além da obtenção de um determinado recurso.

Nesse caso, da mesma forma que diferentes formações vegetais suportam diferentes comunidades animais em paisagens continentais, diferentes conjuntos de plantas em um corpo de água podem suportar comunidades de animais dissimilares.

A complexidade, então, continuaria a influenciar a quantidade de espécies adaptadas à formação vegetal ou tipo funcional de planta aquática, mas em relação ao espaço e número de micro-habitat, não à constituir um recurso diferente do encontrado na região limnética.

Cada espécie estaria adaptada a uma determinada complexidade espacial ou, ao menos, a certa amplitude de variação dessa complexidade, levando a uma distribuição das espécies entre as diferentes plantas.

Esta conjectura foi corroborada pelos dados do presente trabalho, com uma grande variação da composição de espécies entre as plantas e não apenas um aumento no número total de espécies associado às macrófitas.

Considerando que as plantas possuem também um habitat ótimo, é necessário considerar o ecossistema como um todo para avaliar a potencial diversidade de um local e, por consequência, tomar as decisões necessárias para manter intactas áreas de prioridade.

CONCLUSÃO

Para se lograr um bom resultado em relação à diversidade de organismos, neste caso os Cladocera, em corpos de água colonizados por macrófitas é necessário a aplicação de técnicas de amostragem apropriadas para diferentes habitat. A contribuição dada por técnicas complementares de amostragem, em relação àquelas tradicionalmente empregadas, leva a dados muito mais completos e, por consequência, a análises e conclusões mais próximas da realidade.

A complexidade das macrófitas constitui um fator importante para o aumento da diversidade no tipo de ambiente estudado, mas não se pode negligenciar a fundamental relação dos tipos funcionais de planta com as espécies passíveis de os colonizarem. Cada tipo de planta suporta uma comunidade, com hábitos de vida, comportamento e tamanhos corpóreos diferentes. Dessa forma, é necessário que se investiguem todas as formações vegetais no corpo de água para se obter um inventário confiável do número de espécies ali presentes.

BIBLIOGRAFIA

- COSTA, M.L.R. & HENRY, R., 2010. Phosphorus, nitrogen, and carbon contents of macrophytes in lakes lateral to a tropical river (Paranapanema River, São Paulo, Brazil). *Acta Limnologica Brasilensia*, 22(2): 122-132.
- DUMONT, H.J., SILVA-BRIANO, M. & BABU, K.K.S., 2002. A re-evaluation of the *Macrothrix rosea-triserialis* group, with the description of two new species (Crustacea Anomopoda: Macrothricidae). *Hydrobiologia*, 467: 1-44.
- ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A., 1997. **Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil**. Brasília: Universa. 156p.
- ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A., 2007. Phytophilous cladocerans (Crustacea, Anomopoda and Ctenopoda) from Paranã river Valley, Goiás, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 24(2): 344-352.
- ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A.; SANTOS-WISNIEWSKI, M.J. & ROCHA, O., 2013. Redescription of *Alonella lineolata* Sars, 1901 (Crustacea, Cladocera, Chydoridae) and its translocation to the subfamily Aloninae and to the new genus *Bergamina* gen. nov.. *Zootaxa*, 3630 (3): 571-581
- FERRAREZE, M. & NOGUEIRA, M.G., 2011. Importance of lateral lagoons for the zooplankton assemblages (Cladocera and Copepoda) in a large tropical reservoir. *Oecologia Australis*, 15(3): 673-687.
- FERREIRO, N., FEIJOÓ, C., GIORGI, A. & LEGGIERI, L., 2011. Effects of macrophyte heterogeneity and food availability on structural parameters of the macroinvertebrate community in a Pampean stream. *Hydrobiologia*, 664: 199-211.
- FULAN, J.A. & HENRY, R., 2006. The Odonata (Insecta) assemblage on *Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth (Pontederiaceae) stands in Camargo

Lake, a lateral lake on the Paranapanema River (state of São Paulo, Brazil), after an extreme inundation episode. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 18(4): 423-431.

GAZULHA, V.; MONTÚ, M.; MARQUES, D.M. & BONECKER, C.C., 2011. Effects of Natural Banks of Free-Floating Plants on Zooplankton Community in a Shallow Subtropical Lake in Southern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 54(4): 745-754.

GERALDES, A.M. & BOAVIDA, M.J., 2004. Do Littoral Macrophytes Influence Crustacean Zooplankton Distribution?. *Limnetica*, 23(1-2): 57-64

GÜNTZEL, A.M., MELO, I.K.M., ROCHE, K.F., SILVA, V.F.B. & POMPIANI, P.G., 2010. Cladocerans from gut contents of fishes associated to macrophytes from Taquari River Basin, MS, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 24(1): 97-102.

KOŘÍNEK, V., 2002. Cladocera. In.: FERNANDO, C.H. (Ed.). **A Guide to Tropical Freshwater Zooplankton (identification, Ecology and Impact on Fisheries)**. Backhuys Publisehers, Leiden. Cap. 3. pp. 69–123.

KOROVCHINSKY, N. M., 1992. Sididae & Holopedidae (Crustacea: Daphniformes). In: Dumont, H.J. (Ed.). **Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World**. SPB Academic Publishing. Vol. 3, 84p.

KOTOV, A.A. & STIFTER, P., 2006. Cladocera: family Ilyocryptidae (Brachiopoda: Cladocera: Anomopoda). In: Dumont, H.J. (Ed.). **Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World**. Backhuys Publishers, Leiden. Vol. 22, 172p.

MCABENDROTH, L., RAMSAY, P.M., FOGGO, A., RUNDLE, S.D. & BILTON, D.T., 2005. Does macrophyte fractal complexity drive invertebrate diversity, biomass and body size distributions? *Oikos*, 111: 279-290.

- MEERHOFF, M., IGLESIAS, C., MELLO, F.T., CLEMENTE, J.M., JENSEN, E., LAURIDSEN, T.L., JEPPESEN, E., 2007. Effects of habitat complexity on community structure and predator avoidance behaviour of littoral zooplankton in temperate versus subtropical shallow lakes. *Freshwater Biology*, 52: 1009–1021.
- MESCHIATTI, A.J., ARCIFA, M.S. & FENERICH-VERANI, N., 2000. Fish communities associated with macrophytes in Brazilian floodplain lakes. *Environmental Biology of Fishes* 58: 133–143
- NOGUEIRA, M.G.; GEORGE, D.G. E JORCIN. A., 2003. Estudo do zooplâncton em zonas litorâneas lacustres: um enfoque metodológico. In: Henry, R. (Org.). **Ecótonos nas Interfaces dos Ecossistemas Aquáticos**. São Carlos: RiMa, 2003. pp. 83–128.
- ORLOVA-BIENKOWSKAJA, M.J., 1998. A revision of the cladoceran genus *Simocephalus* (Crustacea, Daphaniidae). *Bulletin of the Natural history Museum, London (Zoology series)*. 64(1): 1-62.
- PAGGI, J.C., 1992. A new species of Ilyocryptus (Anomopoda: Macrothricidae) from Argentina. *Hydrobiologia*, 231: 141-151.
- PANARELLI, E.A., CASANOVA, S.M.C. & HENRY, R., 2008. The role of resting eggs in the recovery of zooplankton community in a marginal lake of the Paranapanema River (São Paulo, Brazil), after a long drought period. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 20 (1): 73-88.
- PANARELLI, E.A.; CASANOVA, S.M.C. & HENRY, R., 2010. Secondary production and biomass of Cladocera in marginal lakes after the recovery of their hydrologic connectivity in a river–reservoir transition zone. *Lakes and Reservoirs: Research and Management*, 15: 319-334.

- SARTORI, L.P.; NOGUEIRA, M.G.; HENRY, R. & MORETTO, E.M., 2009. Zooplankton fluctuations in Jurumirim Reservoir (São Paulo, Brazil): a three-year study. *Brazilian Journal of Biology*, 69(1): 1-18.
- SIEBECK, O., 1980. Optical orientation of pelagic crustaceans and its consequence in the pelagic and littoral zones. In.: KERFOOT, W.C. (Ed.). **Evolution and Ecology of Zooplankton Communities**. Hanover: University Press of New England, 1980. pp. 28–38.
- SINEV, A.Y. & ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A. 2010. Three new species of chydorid cladocerans of subfamily Aloninae (Branchipoda: Anomopoda: Chydoridae) from Brazil. *Zootaxa*, 2390: 1-25.
- SMIRNOV, N.N., 1992. The Macrothricidae of the World. In: DUMONT, H.J. (Ed.). **Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World**. SPB Academic Publishing, The Netherlands. Vol. 1, 152p.
- SMIRNOV, N.N., 1996. Cladocera: the Chydorinae and Sayciinae (Chydoridae) of the World. In: DUMONT, H.J. (Ed.). **Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World**. SPB Academic Publishing, The Netherlands. Vol. 11, 195p.
- THOMAZ, S.M., DIBBLE, E.D., EVANGELISTA, L.R., HIGUTI, J. & BINI, L.M., 2008. Influence of aquatic macrophyte habitat complexity on invertebrate abundance and richness in tropical lagoons. *Freshwater Biology*, 53: 358–367.
- THOMAZ, S.M. & CUNHA, E.R., 2010. The role of macrophytes in habitat structuring in aquatic ecosystems: methods of measurement, causes and consequences on animal assemblages' composition and biodiversity. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 22(2): 218-236.

- TIMMS, R.M. AND MOSS, B., 1984. Prevention of growth of potentially dense populations by zooplankton grazing in the presence of zooplanktivorous fish in a shallow wetland ecosystem. *Limnology and Oceanography*, 29(3): 472–486.
- TREMEL, B., FREY, S.E., YAN, N.D., SOMERS, K.M. & PAWSON, T.W., 2000. Habitat specificity of littoral Chydoridae (Crustacea, Branchiopoda, Anomopoda) in Plastic Lake, Ontario, Canada. *Hydrobiologia*, 432: 195–205.
- VAN DAMME, K. & DUMONT, HJ., 2008. Further division of *Alona* Baird, 1843: separation and position of *Coronatella* Dybowski & Grochowski and *Ovalona* gen.n. (Crustacea: Cladocera). *Zootaxa*, 1960: 1–44.
- VAN DAMME, K; KOTOV, AA & DUMONT, HJ, 2010. A checklist of names in *Alona* Baird 1843 (Crustacea: Cladocera: Chydoridae) and their current status:an analysis of the taxonomy of a lump genus. *Zootaxa*, 2330: 1–63.
- VAN DAMME, K, SINEV, AY & DUMONT, HJ, 2011. Separation of *Anthalona* gen. n. from *Alona* Baird, 1843 (Branchiopoda: Cladocera: Anomopoda): morphology and evolution of scraping stenothermic alonines. *Zootaxa*, 2875: 1-64.
- WALSENG, B., HESSEN, D.O., HALVORSEN, G. & SCHARTAU, A.K., 2006. Major Contribution from Littoral Crustaceans to Zooplankton Species Richness in Lakes. *Limnology and Oceanography*, 51(6): 2600-2606.

Atividades humanas afetam os cladóceros (Crustacea, Branchiopoda) de áreas alagáveis adjacentes aos principais rios da bacia do Rio da Prata?

José Roberto Debastiani Júnior

Lourdes Maria Abdu El-moor Loureiro

Marcos Gomes Nogueira

Resumo

A ocupação humana em bacias hidrográficas geralmente leva ao rompimento de padrões naturais, alterando o funcionamento dos ecossistemas e, em alguns casos, levando a alterações da biota. A bacia do Rio da Prata é a segunda maior bacia hidrográfica da América do Sul e a mais densamente povoada. Nela é desenvolvida uma miríade de atividades humanas, desde reservatórios hidroelétricos e transporte fluvial em seus rios, como o desenvolvimento de grandes centros urbanos e atividades agropecuárias nos solos da bacia. Associados aos corpos de água principais podem ser encontradas áreas alagadas colonizadas por macrófitas. Tais áreas são consideradas como capazes de suportar uma grande diversidade animal e vegetal. Um dos grupos mais diversos a habitarem tais locais é a Superordem Cladocera, microcrustáceos com reconhecido papel nos ciclos energéticos e de materiais em ecossistemas aquáticos. Esses organismos foram considerados por alguns autores como possíveis bioindicadores da qualidade dos corpos de água. Dessa maneira, o objetivo deste trabalho é avaliar como a ocupação humana influencia a comunidade de Cladocera de corpos de água colonizados por macrófitas associados aos principais rios e reservatório da bacia do Rio da Prata e determinar se esses organismos podem efetivamente ser considerados como bioindicadores. Vinte e três áreas foram amostradas em dois períodos do ano de 2010 (verão e inverno). Os resultados demonstraram haver forte influência das atividades humanas sobre os Cladocera, em especial a presença de reservatórios e grandes centros urbanos. Apesar de haver diferença no tipo de impacto causado pelas diferentes atividades humanas, um mesmo padrão de resposta dos Cladocera foi observado, com aumento da dominância por Bosminidae em pontos impactados e aumento da diversidade de Chydoridae em pontos com funções naturais melhor preservadas. Dessa forma, é possível afirmar que esses organismos podem ser considerados bons bioindicadores para alteração de funções naturais.

Palavras-Chave: Rio da Prata, atividades humanas, Cladocera, áreas alagadas

Introdução

Quando se analisa um mapa de uso e ocupação de uma bacia hidrográfica, em especial na América do Sul, é impossível não notar quão desigualmente distribuídas são as atividades humanas e suas populações na paisagem. Embora muitas vezes concentrada ou pontuada, o conjunto das atividades humanas é considerado como parte do que Redman *et al.* (2004) denominam sistemas sócio-ecológicos. Em tais sistemas, grandes impactos podem surgir dos diferentes usos da bacia e, em sua maioria, com potencial para romper padrões naturais previamente encontrados (Ohl *et al.*, 2007) e até mesmo levar a alterações significativas nas comunidades aquáticas (*e.g.*: José de Paggi & Devercelli, 2011).

Na bacia do Rio da Prata, segunda maior do continente Sul Americano, as atividades humanas variam desde reservatórios para fins hidroelétricos a transporte fluvial, indústrias, agricultura e recreação. Esta bacia possui não apenas um mosaico de atividades e ocupação humana, mas também abarca uma ampla área, na qual uma miríade de ecossistemas e climas é encontrada (Peel *et al.*, 2007).

Ao longo dos rios desta bacia podem ser encontradas diversas áreas adjacentes, conectadas ao canal principal e caracterizadas pela presença de macrófitas. Tais áreas também são influenciadas pelas atividades previamente mencionadas e, em alguns casos, de modo intenso. Por exemplo, a perda de funções naturais de ciclo de inundação pode ser causada pelo alagamento constante após o enchimento de reservatórios e muitos sistemas podem ser modificados para a instalação de construções como portos navais.

Embora algumas tenham sido exploradas ao longo dos anos, áreas como estas são consideradas como de grande importância para a manutenção da diversidade em bacias hidrográficas (e.g.: Junk *et al.*, 1989; Ward *et al.*, 1999; Domitrovic, 2002; Poi de Neiff, 2003; Agostinho *et al.* 2004; Frutos *et al.*, 2006; José de Paggi e Paggi, 2008). Esta importância se dá, pois, estas áreas servem como sítios de alimentação e crescimento para juvenis de peixes (Ferrareze & Nogueira, 2011), são rasas o suficiente para permitir completa colonização por macroinvertebrados bentônicos (Shimabukuro & Henry, 2011), e possuem uma comunidade de macrófitas aquáticas desenvolvida, a qual dá suporte para o estabelecimento de fauna tanto de vertebrados (Dibble *et al.*, 1996; Meschiatti *et al.*, 2000; Pelicice *et al.*, 2005; Pelicice & Agostinho, 2006) quanto de invertebrados (Taniguchi *et al.*, 2003; McAbendroth *et al.*, 2005).

Neste tipo de ecossistema há uma grande complexidade espacial, sendo possível encontrar táxons com diversos hábitos de vida. Um dos grupos com grande plasticidade no uso dos diferentes habitats aquáticos é o dos Cladocera, cujas espécies podem apresentar hábitos planctônicos, fitófilos e bentônicos.

A associação com diferentes substratos faz com que o número de espécies de cladóceros encontrado em corpos de água adjacentes sejam normalmente maior do que aquele encontrado nos canais principais. O táxon que geralmente apresenta o maior acréscimo no número de espécies em áreas adjacentes quando comparadas a áreas limnéticas é a família Chydoridae.

Esta família foi considerada bem estudada em caráter mundial por Forró e colaboradores (2008), mas profundas revisões são necessárias para uma melhor noção da sua real diversidade no Neotrópico, uma vez que estudos taxonômicos focados nesta região são escassos. Ainda, historicamente, há uma falta de

estudos sobre cladóceros de corpos de água adjacentes (Korovchinsky, 1997), onde a maior diversidade pode ser encontrada.

Nogueira (2001) demonstra como o zooplâncton (Copepoda e Cladocera), pode ser utilizado como bio-indicador em sistemas aquáticos, no caso, de compartimentalização em reservatórios. Outros estudos também apontam a capacidade de bio-indicação dos Cladocera (Gannon & Stemberger, 1978; Dodson & Frey, 2001; Dumont & Negrea, 2002; Sarma *et al.*, 2005). Dessa maneira, pode-se considerar que a comunidade dos corpos de água adjacentes tem potencial para dar indicações do estado do ambiente, respondendo a estímulos causados por interferências naturais e humanas.

Além de responderem a estímulos, os Cladocera também possuem uma ampla capacidade de dispersão, podendo rapidamente colonizar novos ambientes. No entanto, Eitam e colaboradores (2004) demonstram que características locais do corpo de água podem impedir o estabelecimento das populações, mesmo com constante influxo de indivíduos. Dessa forma, mesmo em locais próximos as comunidades de cladóceros podem ser diferentes, independente do número de fontes de propagação.

Neste contexto, é postulada a hipótese de que a comunidade de cladóceros de diferentes áreas adjacentes da bacia do Prata é determinada pela característica local, uma vez que diferentes usos criariam condições contrastantes entre os ambientes a despeito da proximidade entre os locais.

Objetiva-se, então, avaliar o impacto das atividades humanas sobre as comunidades de Cladocera de áreas adjacentes na bacia do Rio da Prata.

Espera-se que os resultados deste trabalho possam demonstrar que este tipo de ambiente deve ser considerado em planos de manejo e conservação de águas continentais, com o propósito de se criar uma base técnica para futuras políticas internacionais de conservação (e.g. Convenção de Ramsar) e recuperação nesta região da América do Sul.

Material e Métodos

Área de estudo

Para a descrição detalhada da área de estudo, ver capítulo 1.

A codificação dos pontos de coleta, utilizada na confecção de figuras, tabelas e análises estatísticas, foi estabelecida da seguinte forma: RPR para os trechos livres de barramento da sub-bacia do rio Paraná, RPG para os do rio Paraguai, RUR para os do Uruguai e RPL para o Rio da Prata. Os reservatórios foram codificados segundo seus nomes (*e.g.*: JUR para Jurumirim e ROS para Rosana). A legenda da Figura 1 mostra a descrição completa dos nomes e códigos.

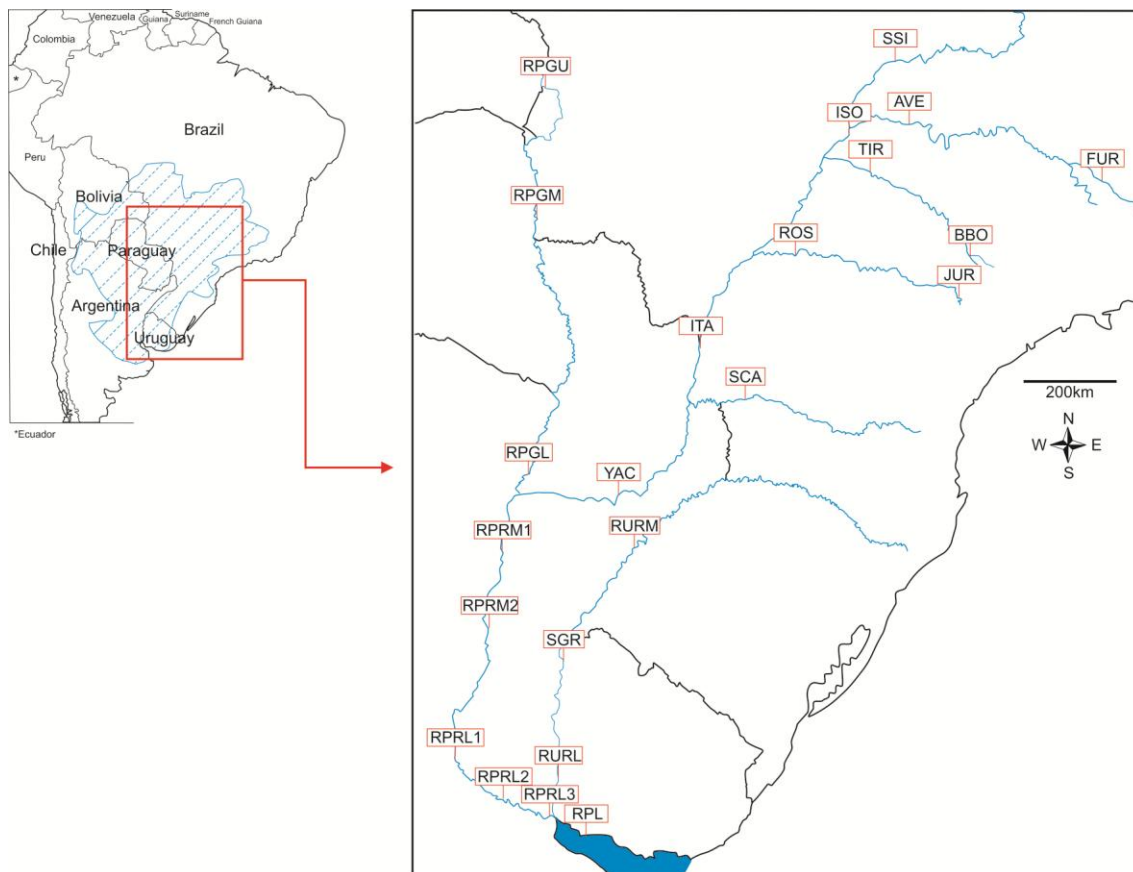


Figura 1. Distribuição geográfica dos pontos de coleta na bacia do Rio da Prata. Códigos: SSI=São Simão; FUR=Furnas; AVE=Água Vermelha; ISO=Ilha Solteira; BBO=Barra Bonita; TIR=Três Irmãos; JUR=Jurumirim; ROS=Rosana; ITA=Itaipu; SCA=Salto Caxias; YAC=Yacyreta; RPRM1=Rio Paraná “Médio (*Middle*) 1”; RPRM2=Rio Paraná “Médio (*Middle*) 2”; RPRL1=Rio Paraná “Baixo (*Low*) 1”; RPRL2=Rio Paraná “Baixo (*Low*) 2”; RPRL3= Rio Paraná “Baixo (*Low*) 3”; RPGU= Rio Paraguai “Alto (*Upper*)”; RPGM= Rio Paraguai “Médio (*Middle*)”; RPGL=Rio Paraguai “Baixo (*Low*)”; RURM=Rio Uruguai “Médio (*Middle*)”; SGR= Salto Grande; RURL=Rio Uruguai “Baixo (*Low*)”; RPL=Rio da Prata (Río de La Plata).

Comunidade dos Cladocera

Os cladóceros dos 23 pontos foram amostrados por arrastos horizontais de 5m, realizados a aproximadamente 1m de distância dos bancos de macrófitas, com o objetivo de se amostrar tanto organismos planctônicos como fitófilos.

Três amostras foram tomadas em cada ponto com utilização de rede de plâncton cônica de abertura de malha de 68 μ m, acondicionadas em frascos plásticos e fixadas em formol com concentração final de 4%.

Valores de densidade, riqueza e diversidade dos cladóceros foram calculados a partir da contagem das amostras, realizada em câmaras de acrílico de fundo quadriculado em microscópio estereoscópico (Zeiss V6). Sub-amostras de 5 a 10% do volume total da amostra foram contabilizadas até um mínimo de 150 indivíduos. Em casos de baixa abundância toda a amostra foi examinada. A identificação foi realizada em microscópio óptico (Zeiss Standard 25), tendo sido feito um esforço para acompanhar os avanços recentes sobre a taxonomia do grupo (*e.g.*: Van Damme *et al.*, 2008, 2010 e 2011), além de utilizar guias clássicos como os de Korovchinsky (1992), Smirnov (1992 e 1996), Elmoor-Loureiro (1997), Orlova-Bienkowskaja (1998) e Kořínek (2002).

Caracterização ambiental

Para a caracterização ambiental foram mensuradas as variáveis limnológicas: temperatura, condutividade elétrica, pH, sólidos totais dissolvidos, oxigênio dissolvido (concentração e saturação), nitrogênio total, fósforo total, turbidez, transparência, clorofila a, material em suspensão e perifíton da macrófita dominante. Para detalhes da obtenção e análise dos dados, consultar o apêndice 1.

Análise dos dados

Para se obter uma visão geral das relações entre os pontos amostrados foi realizada uma análise de médias recíprocas (RA) no programa PC-Ord 5. Esta análise retorna a distância entre os pontos de coleta baseada em dados ambientais e biológicos para gradientes não diretos (Hill, 1973).

A relação dos pontos de coleta baseada apenas na fauna foi determinada através do índice de Morisita-Horn, que considera tanto a presença quanto a densidade de organismos, e representada por dendogramas de agrupamento (“clusters”) com critério de associação via UPGMA.

A fim de analisar se há estruturação da comunidade de cladóceros pelo posicionamento geográfico (coordenadas), comunidade de macrófitas aquáticas (percentagem de grupos funcionais) e características ambientais (variáveis limnológicas medidas) dos pontos de coleta, foram realizados Testes de Mantel no programa PCORD 5. As matrizes de distâncias das variáveis ambientais, posição geográfica, fitofisionomia e número de espécies por família de Cladocera foram baseadas em distância Euclidiana. Para as matrizes da estrutura da comunidade de cladóceros foram utilizadas as distâncias dadas pelo índice de Morisita-Horn.

Resultados

Neste estudo foram identificadas 76 espécies de Cladocera, sendo que 69 foram registradas no verão e 63 no inverno, com prováveis três novos táxons e ao menos dois casos que indicam necessidade de revisão taxonômica.

Em ambos os períodos de amostragem a densidade dos cladóceros tendeu ser maior nos reservatórios quando comparada àquela encontrada nos trechos livres de barramento. Considerando os períodos, a densidade de organismos no inverno foi em geral menor do que no verão (Fig. 2).

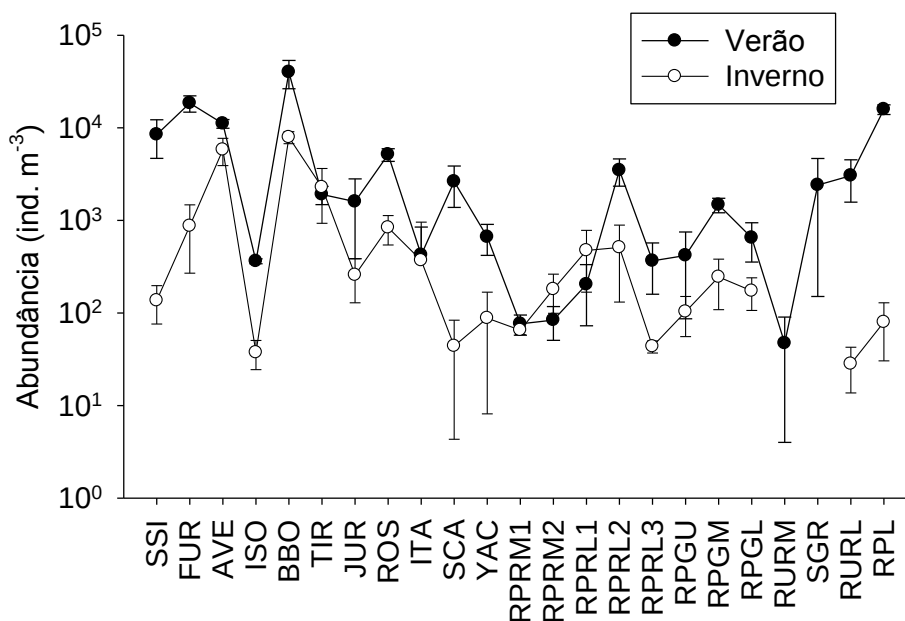


Figura 2. Variação da densidade(média e desvio padrão) da comunidade de Cladocera nos diferentes pontos e períodos amostrados na bacia do Rio da Prata. Códigos dos pontos segundo legenda da Figura 1.

A variação da riqueza de espécies nos períodos estudados é mostrada na Figura 3. O trecho livre de barramentos do rio Paraná (codificação RPR) demonstrou abrigar um alto número de espécies em ambos os períodos. O mesmo padrão pôde ser observado para o rio Paraguai (codificação RPG). Em

contraste, o rio Uruguai (RUR) apresentou constantemente um número baixo de espécies, com aumento apenas no reservatório de Salto Grande (SGR). Os reservatórios do alto da bacia do rio Paraná tiveram valores baixos ou intermediários de riqueza, à exceção de Jurumirim (JUR) e Itaipu (ITA), os quais apresentaram elevada riqueza em ambos os períodos. Assim como para a abundância, a riqueza observada no inverno tendeu a ser menor do que aquela observada no verão.

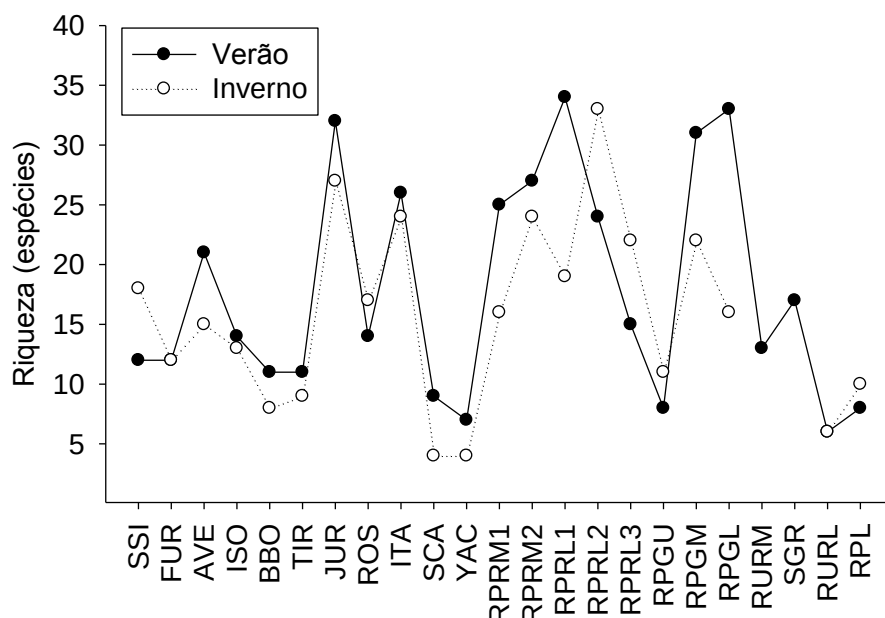


Figura 3. Variação da riqueza da comunidade de Cladocera nos diferentes pontos e períodos amostrados na bacia do Rio da Prata. Códigos dos pontos segundo legenda da Figura 1.

A Figura 4 mostra a variação da diversidade dos cladóceros nos diferentes pontos amostrados. No verão é possível identificar três grupos de pontos. O primeiro, com alta diversidade, formado pelo trecho médio e primeiro ponto amostral do baixo rio Paraná (RPRM1-RPRL1), o trecho médio e baixo do rio Paraguai (RPGM e L) e os reservatórios Jurumirim (JUR), Itaipu (ITA) e Salto Grande (SGR); o segundo grupo, com diversidade intermediária, formado pelo

terceiro ponto do trecho baixo do rio Paraná (RPRL3), os demais reservatórios do alto rio Paraná (à exceção de São Simão), o alto rio Paraguai (RPGU) e o trecho médio do rio Uruguai (RURM); o terceiro grupo, com baixa diversidade, formado pelo reservatório São Simão (SSI), o segundo ponto do baixo Paraná (RPRL2), o baixo rio Uruguai e o Rio da Prata.

No inverno, padrão semelhante de variação da diversidade foi observado, no entanto, houve uma relativa diminuição da diversidade geral na bacia, com a maioria dos valores encontrados para o inverno sendo menores do que aqueles encontrados para o verão. Houve uma queda expressiva na diversidade dos reservatórios do rio Tietê (Barra Bonita - BBO e Três Irmãos - TIR), bem como nos reservatórios de Salto Caxias (SCA) e Yacyreta (YAC). Em relação aos trechos livres de barramentos, a maior diferença observada foi na região de transição entre o médio e baixo Paraná, onde o último ponto do trecho médio (RPRM2) apresentou uma grande diminuição de diversidade enquanto que os dois pontos subsequentes (RPRL1 e 2), aumento.

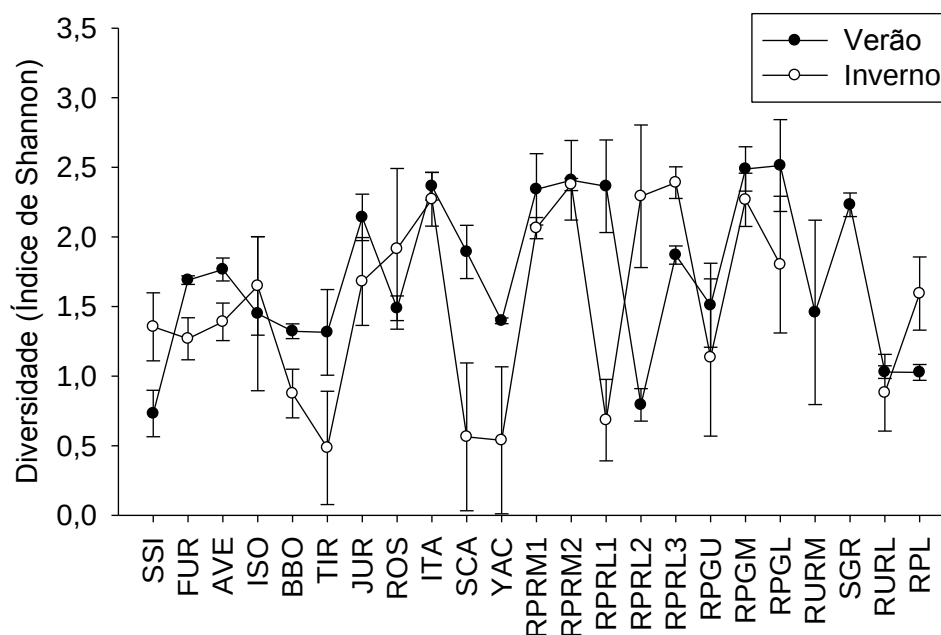


Figura 4. Variação da diversidade (média e desvio padrão) da comunidade de Cladocera nos diferentes pontos e períodos amostrados na bacia do Rio da Prata. Códigos dos pontos segundo legenda da Figura 1.

Os resultados das interações entre as características ambientais e os atributos da comunidade de cladóceros, para ordenação dos pontos de coleta, são demonstrados nas Figuras 5 e 6, para os períodos de verão e inverno, respectivamente. O apêndice 1 apresenta a caracterização ambiental para esse conjunto de dados.

Na análise de médias recíprocas realizada para o período de verão (Fig. 5) evidenciam-se os diferentes grupos de diversidade citados previamente. Os pontos com alta diversidade relacionaram-se com as famílias Chydoridae, Macrothricidae e Ilyocryptidae, além de terem relação positiva moderada com a quantidade de clorofila e material em suspensão orgânico, e uma negativa com o oxigênio dissolvido. Os pontos de diversidade intermediária tiveram correlação com as famílias Daphniidae e Sididae, bem como uma relação positiva com o

oxigênio dissolvido na água. Os pontos com os menores valores de diversidade relacionaram-se com as famílias Bosminidae e Moinidae, além de uma relação positiva com a temperatura, pH e concentração de fósforo da água.

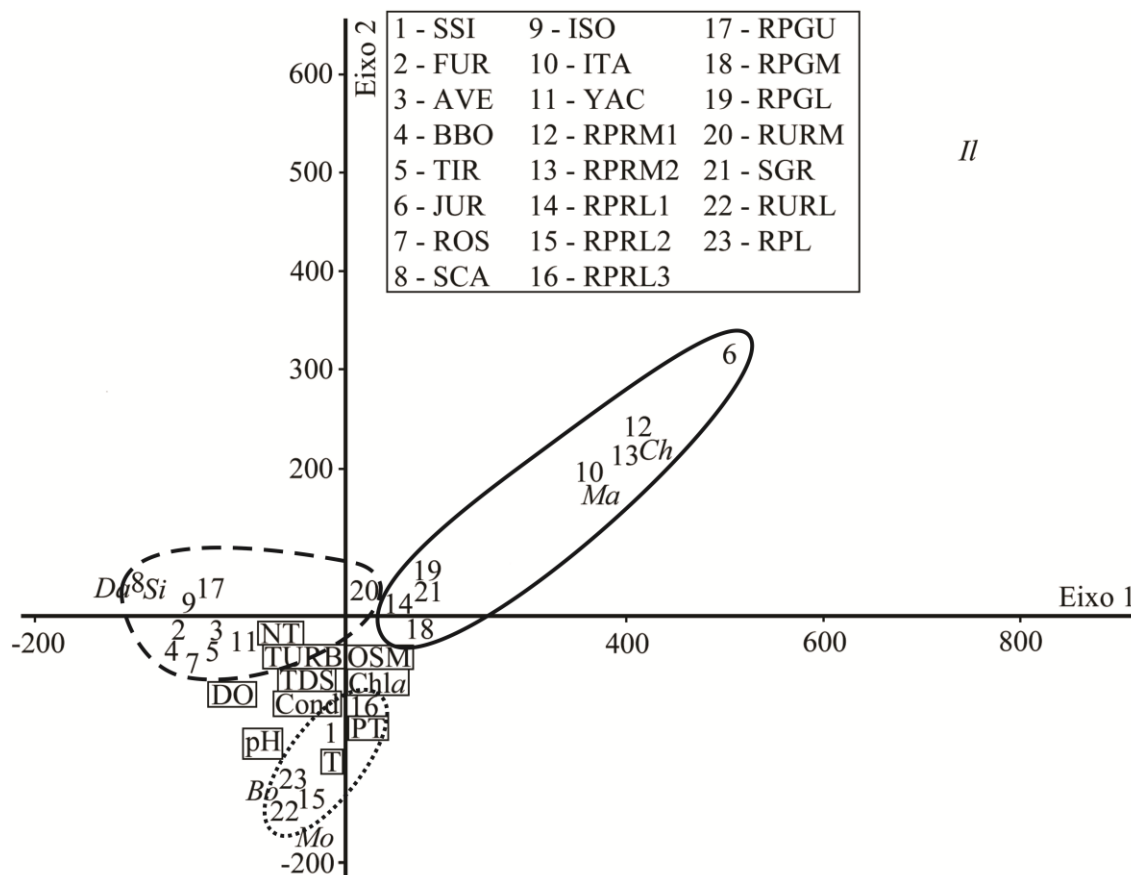


Figura 5. Gráfico de ordenação gerado pela análise de médias recíprocas (RA) para o período de verão. Variáveis ambientais: Chl α = Clorofila α ; Cond = Condutividade Elétrica; DO = Oxigênio Dissolvido; NT = Nitrogênio Total; OSM = Material Orgânico em Suspensão; PT = Fósforo Total; T = Temperatura; TDS = Sólidos Dissolvidos Totais; TURB = Turbidez. Código da numeração segundo legenda da Figura 1. Famílias de Cladóceros: *Bo* = Bosminidae; *Ch* = Chydoridae; *Da* = Daphniidae; *Si* = Sididae; *Mo* = Moinidae; *Ma* = Macrothricidae; *Il* = Ilyocryptidae.

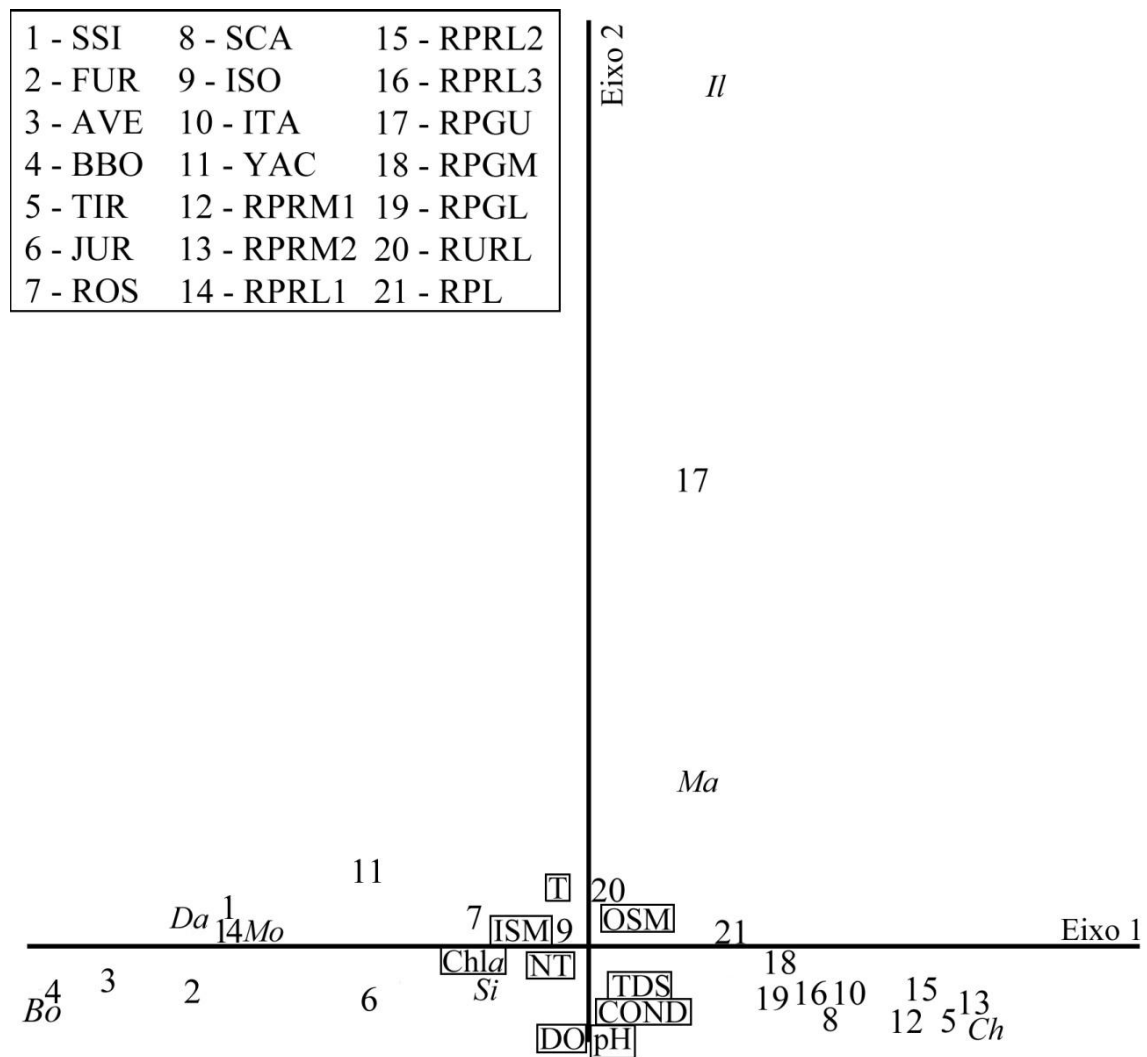


Figura 6. Gráfico de ordenação gerado pela análise de médias recíprocas (RA) para o período de inverno. Eixos foram re-escalados para melhor visualização (Min./Máx.). Variáveis ambientais: Chl α = Clorofila α ; Cond = Condutividade Elétrica; DO = Oxigênio Dissolvido; ISM = Material Inorgânico em Suspensão; NT = Nitrogênio Total; OSM = Material Orgânico em Suspensão; PT = Fósforo Total; T = Temperatura; TDS = Sólidos Dissolvidos Totais. Código da numeração segundo legenda da Figura 1. Famílias de Cladóceros: Bo = Bosminidae; Ch = Chydoridae; Da = Daphniidae; // = Ilyocryptidae; Ma = Macrothricidae; Mo = Moinidae; Si = Sididae.

Para o período de inverno houve considerável alteração das relações entre os pontos. Como pode ser observado na Figura 6, houve forte oposição de pontos relacionados aos Chydoridae com aqueles relacionados com táxons limnéticos, como os Bosminidae, Daphniidae e Moinidae. De modo oposto ao encontrado para o período de verão, pontos relacionados aos Chydoridae tiveram relação negativa com a clorofila, mas mantiveram relação positiva com o material orgânico em suspensão e negativa com o oxigênio dissolvido. Observa-se também que o alto rio Paraguai apresentou forte relação com a família Ilyocryptidae, bem como uma relação positiva moderada com a temperatura.

Os atributos ecológicos da comunidade de Cladocera nos pontos de coleta tiveram maior relevância na análise do que as características ambientais, o que fica evidenciado pela diferença nos escores (projeção em relação aos eixos) dos diferentes fatores utilizados nas análises.

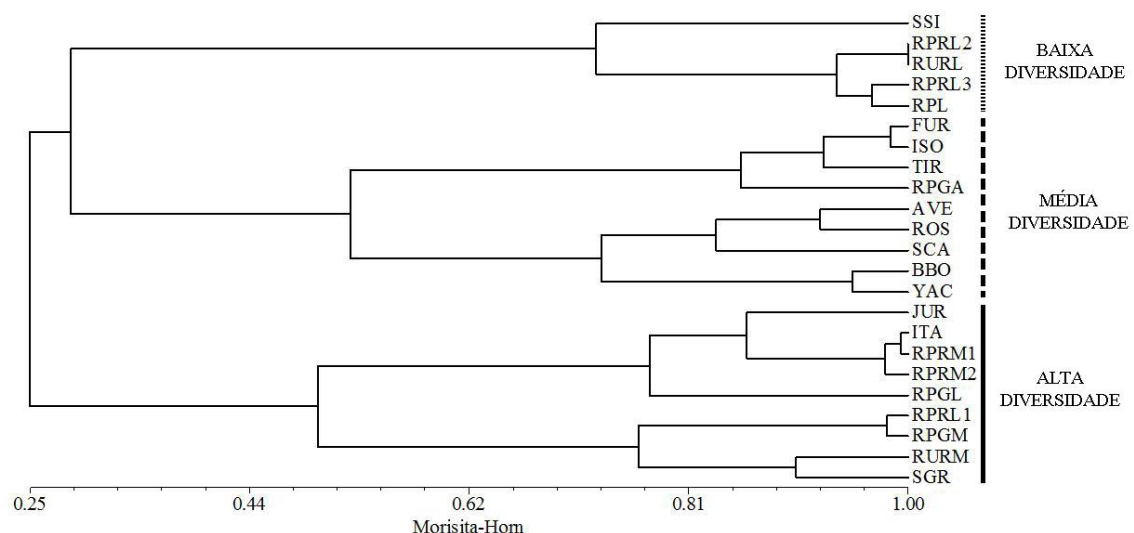


Figura 7. Dendrograma de similaridade entre pontos de amostragem na bacia do Rio da Prata no período de verão baseado no Índice de Morisita-Horn. Agrupamento por UPGMA. Códigos dos pontos segundo legenda da Figura 1.

Os padrões de relação entre os pontos encontrados na análise de médias recíprocas foram mantidos quando realizada a análise de agrupamento baseada no índice de Morisita-Horn para o verão (Fig. 7) e inverno (Fig. 8), demonstrando novamente a forte influência da comunidade para caracterização dos pontos.

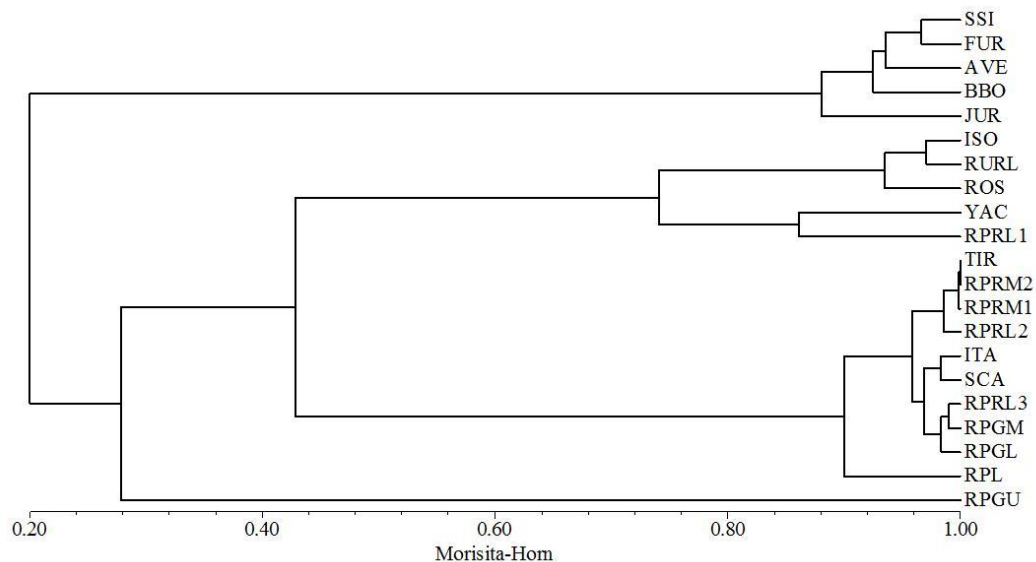


Figura 8. Dendrograma de similaridade entre pontos de amostragem na bacia do Rio da Prata no período de verão baseado no Índice de Morisita-Horn. Agrupamento por UPGMA. Códigos dos pontos segundo legenda da Figura 1.

Os resultados do teste de Mantel para determinar a correlação geral entre a estrutura e riqueza dos cladóceros com as características ambientais, posição geográfica e fitofisionomia estão contidos na Tabela 1. A única correlação significativa encontrada foi a da estrutura da comunidade com o posicionamento geográfico, em ambos os períodos.

Tabela 1. Resultados do teste de Mantel para a estruturação da comunidade de Cladocera e número de espécies por família pelas características ambientais, posição geográfica(verão e inverno) e fitofisionomia (apenas verão).

Verão				
	<i>Estrutura (Morisita-Horn)</i>		<i>Número de espécies por família</i>	
	r	p	r	p
Variáveis ambientais	-0,00	0,48	-0,09	0,20
Posição Geográfica	-0,10	<0,01	-0,12	0,48
Fitofisionomia	0,00	0,49	-0,03	0,40
Inverno				
	<i>Estrutura (Morisita-Horn)</i>		<i>Número de espécies por família</i>	
	r	p	r	p
Variáveis ambientais	-0,09	0,13	0,04	0,31
Posição Geográfica	-0,12	<0,01	0,05	0,19

Discussão

Para avaliar os possíveis impactos das ações humanas sobre os cladóceros optou-se por fazer uma amostragem em grande escala espacial em dois períodos sazonais contrastantes (verão e inverno).

Os dados sobre o número de organismos nos diferentes pontos de coleta demonstraram um padrão de maior densidade das comunidades nos reservatórios quando comparadas às dos trechos livres de barramento. Um maior desenvolvimento da comunidade de cladóceros é esperado quanto maior for o tempo de residência da água. Diversas são as possíveis causas para este desenvolvimento. Obertegger *et al.* (2007) indicam que um maior tempo de residência possibilita a permanência dos juvenis de Cladocera e, portanto, um maior sucesso no recrutamento e tamanho das populações. Estes autores também indicam que um alto tempo de residência favorece os microcrustáceos em detrimento dos Rotifera, devido à diminuição da quantidade de materiais em suspensão na água. Menores quantidades de material em suspensão aumentam a eficiência de captura de alimento pelos cladóceros levando a uma vantagem competitiva (DeMott *et al.*, 2001; Obertegger *et al.*, 2007). No entanto, esses efeitos são evidentes apenas em táxons limnéticos, não interferindo de maneira direta nos fitófilos ou bentônicos, também encontrados em áreas adjacentes como as estudadas neste trabalho. Dessa maneira, a diferença entre os pontos em reservatórios e trechos livres de barramento possivelmente é mais bem explicada pela comunidade verdadeiramente planctônica, com pouca relevância de sua contrapartida fitófila e bentônica.

Quanto à variação encontrada entre os períodos, Azevedo & Bonecker (2003), estudando as classes de tamanho do zooplâncton de lagoas da planície

de inundação do alto Paraná (entre os reservatórios Porto Primavera e Itaipu), propuseram que no período de verão os organismos investiriam sua energia em reprodução, aumentando o tamanho da população, enquanto que no inverno o investimento energético é alocado em crescimento corpóreo. Os dados do presente trabalho corroboram tal proposta, tendo ocorrido apenas um caso (RPRL2) em que a abundância foi maior no inverno.

A riqueza de espécies de cladóceros encontrada nos diferentes pontos de estudo teve variação bastante similar em ambos os períodos. Os trechos sem barramento foram aqueles que apresentaram maior número de espécies, como esperado devido ao efeito de distúrbios intermediários e complexidade de hábitat em planícies de inundação (Junk, 1980 e 1989; Ward *et al.*, 1999). As variações espaço-temporais dos pulsos de inundação levam a um constante processo de re-colonização, impedindo um estágio climático dominado por poucas espécies, como proposto pela hipótese de distúrbio intermediário (Connell, 1978). Não somente as variações causadas pelo ciclo de cheias e secas, mas também a complexidade espacial gerada pelo alagamento de zonas semi-terrestres acarretam uma maior possibilidade de microhabitats para o estabelecimento de muitas espécies, aliviando a pressão competitiva dos estágios iniciais de um processo de colonização.

Os locais onde foram encontradas as menores riquezas apresentaram traços de diminuição de qualidade da água (Apêndice 1). Esses locais foram os reservatórios São Simão, Salto Caxias e Yacyreta, além do alto Paraguai, baixo Uruguai e Rio da Prata, apesar de alguma variação sazonal nessas condições. O trecho médio-baixo do rio Paraná apresentou diferenças na riqueza de cada ponto entre os períodos, demonstrando variação da composição durante os diferentes períodos hidrológicos da planície de inundação.

Não somente efeitos positivos podem ser observados nos pontos de coleta em relação à riqueza e diversidade, mas também negativos. Por exemplo, os efeitos da construção de reservatórios sobre a permanência de seus corpos de água adjacentes ainda é muito pouco conhecida. A operação dos reservatórios leva ao aumento do tempo de residência do corpo de água principal e, conseqüentemente, é coerente supor que as áreas adjacentes também passem a ter maior tempo de residência e menor variação no nível da água. Esta menor variação pode levar a um grau maior de dominância nesses ambientes pela remoção das dinâmicas de extinção e re-colonização sazonais acima citadas em função ciclos hidrológicos das planícies de inundação. Essa alteração no funcionamento pode explicar a menor diversidade encontrada nos reservatórios quando comparados às planícies de inundação dos trechos livres de barramento.

Além de dinâmicas amplas como as discutidas acima, fatores locais, como *blooms* de algas e até mesmo compostos tóxicos devido ao uso do solo na bacia de drenagem também podem levar à diminuição da diversidade. Por exemplo, DeMott e colaboradores (2001) observaram que algas filamentosas interferem na capacidade de alimentação espécies do gênero *Daphnia*. Sendo assim, quando sob essas condições, táxons oportunistas, ou com a capacidade de utilizar mais eficazmente os recursos alimentares presentes, como os Bosminidae, tendem a dominar as comunidades e, por conseguinte, causar uma diminuição na diversidade local. O reservatório de Barra Bonita (BBO) é o mais eutrofizado e nele ocorreram baixos valores de riqueza em ambos os períodos. Foi observado a presença de grande quantidade de algas nesse reservatório e, mesmo tendo sido registradas espécies da família Daphniidae, estas foram aquelas de menor tamanho, como *Ceriodaphnia* spp., que são menos afetadas por populações densas de algas.

Quando consideradas de forma integrada as informações da comunidade e do ambiente observou-se, principalmente para o período de verão, que a associação dos corpos de água principais sem barramentos com planícies de inundação proporciona, além de uma melhor qualidade de água, aumento da diversidade. No entanto, mesmo em pontos onde existem reservatórios (Jurumirim e Itaipu), casos de alta diversidade foram observados.

Apesar de manter um número considerável de espécies e não apresentando ampla diminuição na diversidade, o reservatório Jurumirim teve sua comunidade dominada por *Bosminopsis deitersi* no período de inverno. Esta região do reservatório já foi estudada por diversos autores (Casanova & Henry, 2004; Fulan & Henry, 2006; Panarelli *et al.*, 2008; Shimabukuro & Henry, 2011), sendo notável a dinâmica sazonal do complexo de lagoas laterais em sua região de montante. Por exemplo, em anos anteriores ao do estudo aqui apresentado houve secas extremas nesse reservatório, levando ao completo dessecamento de uma de suas lagoas laterais (Panarelli *et al.*, 2008). No caso do reservatório de Itaipu existe à sua montante o maior trecho livre de barramentos do alto da bacia do Rio Paraná, provavelmente acarretando uma recuperação das funções naturais do rio até a área amostrada.

É possível que nestes reservatórios ainda seja mantida a influência do ciclo de cheias e secas, mesmo que não tão acentuada ou freqüente quanto nas planícies não barradas. Ainda, a presença de diversas lagoas laterais, criando uma ampla variedade de habitats, contribui para eventuais re-colonizações aumentando o processo de imigração dos organismos de locais próximos (Hanski, 2000; Allen, 2007) e levando a um aumento de riqueza e diversidade, além da manutenção das comunidades.

No período de verão os pontos sob algum estresse ambiental significativo (principalmente diminuição da qualidade da água), como o Rio da Prata e o reservatório São Simão, foram bastante diferenciados dos pontos com alta diversidade e também do restante dos reservatórios.

No inverno, entretanto, essas diferenças foram suplantadas por um padrão de origem climática. A maior parte da bacia tem clima temperado sem período extremamente seco, enquanto que nos reservatórios mais a montante dos tributários do alto Paraná se encontra outro tipo de sub-clima, no qual existe um período seco marcado (Peel *et al.*, 2007). Essa diferença fica clara quando observada a agregação de tais reservatórios na Figura 6 e, de maneira ainda mais evidente, na Figura 8. Estes pontos foram dominados por *Bosminopsis deitersi*. Em contrapartida, os pontos ao Sul, considerados sob maior influência das atividades humanas, ou seja, o trecho inferior dos rios Paraná e Uruguai e o Rio da Prata apresentaram dominância por *Bosmina hagmanni*.

Os efeitos das intervenções humanas podem ser interpretados mais diretamente a partir dos resultados do teste de Mantel aplicado às comunidades. O esperado para este teste era que ele evidenciasse a associação da resposta da comunidade de Cladocera às alterações ambientais causadas pelas diferentes intervenções humanas. No entanto, não foi observada correlação significativa entre as variáveis limnológicas e a estrutura ou riqueza da comunidade (Tab. 1). Poder-se-ia considerar que, então, existem diferenças estruturais entre os habitats, refletidas em, por exemplo, a comunidade de macrófitas presente, as quais suplantariam as diferenças limnológicas. No entanto, quando considerada a fitofisionomia, também não foi observada correlação significativa (Tab. 1).

Por estes dois resultados, fatores ambientais locais não são determinantes das comunidades e, portanto, as intervenções humanas teriam impacto reduzido sobre os Cladocera.

Porém, correlação significativa entre o posicionamento geográfico e a estrutura da comunidade de cladóceros foi observada (Tab. 1), mas o valor dessa correlação foi negativo e pequeno. Esse resultado indica que a relação entre os pontos não ocorre por acaso ($p < 0,05$), ou seja, existe algum mecanismo causador dessa organização e que os pontos mais distantes tendem a ter maior similaridade de estrutura (valor de correlação negativo).

Os pontos mais distantes entre si são os reservatórios do alto da bacia do Rio Paraná e o trecho baixo dos Rios Paraná e Uruguai e o Rio da Prata, justamente aqueles considerados como sendo os mais influenciados pelas atividades humanas. Considerando a falta de correlação com as variáveis ambientais medidas, mas a significativa correlação com o posicionamento geográfico, o que se pode deduzir é que a comunidade de Cladocera apresenta uma mesma resposta à intervenção humana (similaridade de estrutura de comunidade), mas que o ambiente é alterado de maneira diferente (diferentes valores medidos para as variáveis limnológicas).

Conclusão

As atividades humanas desenvolvidas na bacia têm forte influência sobre as comunidades de Cladocera de áreas alagadas.

A maior diferença de estrutura de comunidade e diversidade de espécies ocorre entre reservatórios e trechos de rio livres de barramento.

A resposta dos cladóceros às alterações ambientais segue um mesmo padrão geral, independente do tipo de atividade humana desenvolvida. Tal padrão é o aumento na dominância de Bosminidae em locais impactados (e diminuição geral da diversidade) e, em contrapartida, aumento de diversidade de Chydoridae em locais cujas funções naturais são mais bem preservadas.

Os Cladocera podem ser considerados bons bioindicadores de alteração de funcionamento natural, mas não de alterações específicas na qualidade de água.

Bibliografia

- AGOSTINHO, A.A.; RODRIGUES, L.; GOMES, L.C.; THOMAZ, S.M.; MIRANDA, E. (Eds.), 2004. **Structure and functioning of the Paraná River and its floodplain: LTER - Site 6 - (PELD - Sítio 6)**. Maringá: EDUEM. 275p.
- ALLEN, M.R., 2007. Measuring and modeling dispersal of adult zooplankton. *Oecologia*, 153: 135-143.
- AZEVEDO, A. & BONECEKER, C.C., 2003. Community size structure of zooplanktonic assemblages in three lakes on the upper River Paraná floodplain, PR-MS, Brazil. *Hydrobiologia*, 505: 147-158.
- 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*, 64: 11-26.
- CONNEL, J.H., 1978. Diversity in Tropical Rain Forests and Coral Reefs. *Science*, 199: 1302-1310.
- DEMOTT, W.R., GULATI, R.D. & DONK, E.V., 2001. Daphnia food limitation in three hypereutrophic Dutch lakes: evidence for exclusion of large-bodied species by interfering filaments of cyanobacteria. *Limnology and Oceanography*, 46(8): 2054-2060.
- DIBBLE, E.D., KILLGORE, K.J. & HARREL, S.L., 1996. Assessment of fish-plant interactions. In: Miranda L.E. & Devries, D.R. (Eds.). **Multidimensional approaches to reservoir fisheries management**. Bethesda: *American Fisheries Society Symposium* 16, pp. 357-372.

- DODSON, S.I. AND FREY, D.G., 2001. Cladocera and other Branchiopoda - *In*: Thorpe, J.H. and Covich, A.P. (Eds.). **Ecology and classification of North America freshwater invertebrates**. 2nd ed.. Academic Press, San Diego. 849-913.
- DOMITROVIC, Y.Z., 2002. Structure and variation of the Paraguay River phytoplankton in two periods of its hydrological cycle. *Hydrobiologia*, 472: 177 - 196.
- DUMONT, H.J. AND NEGREA, S.V., 2002. Introduction to the Class Branchiopoda. *In*: DUMMONT, H.J. (ED.). **Guides to the Identification of Microinvertebrates of the Continental Waters of the World**. Backhuys Publishers, Leiden.
- EITAM, A., BLAUSTEIN, L., VAN DAMME, K., DUMONT, H.J. & MARTENS, K., 2004. Crustacean species richness in temporary pools: relationships with habitat traits. *Hydrobiologia*, 525: 125-130.
- ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A., 1997. **Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil**. Brasília: Universa. 156p.
- FERRAREZE, M. & NOGUEIRA, M.G., 2011. Importance of lateral lagoons for the zooplankton assemblages (Cladocera and Copepoda) in a large tropical reservoir. *Oecologia Australis*, 15(3): 673-687.
- FORRÓ, L., KOROVCHINSKY, N.M., KOTOV, A.A. & PETRUSEK, A., 2008. Global diversity of cladocerans (Cladocera; Crustacea) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 177-184.
- 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*, 42 (4): 277-288.

- FULAN, J.A. & HENRY, R., 2006. The Odonata (Insecta) assemblage on *Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth (Pontederiaceae) stands in Camargo Lake, a lateral lake on the Paranapanema River (state of São Paulo, Brazil), after an extreme inundation episode. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 18(4): 423-431.
- GANNON, J.E. & STEMBERGER, R.S., 1978. Zooplankton (especially crustaceans and rotifers) as indicators of water quality. *Transactions of the American Microscopical Society*, 97(1): 16-35.
- HANSKI, I., 1999. **Metapopulation Ecology - Oxford Series in Ecology and Evolution**, ISSN 1746-3130, Oxford University Press. 313p.
- HILL, M.O., 1973. Reciprocal Averaging: An Eigenvector Method of Ordination. *Journal of Ecology*, 61(1): 237-249.
- 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. *International Review of Hydrobiology*, 93(6): 659-678.
- JOSÉ DE PAGGI, S.B. & DEVERCELLI, M., 2011. Land use and Basin Characteristics Determine the Composition and Abundance of the Microzooplankton. *Water Air Soil pollution*, 218: 93-108.
- JUNK, W.J., 1980. Áreas inundáveis - Um desafio para a Limnologia. *Acta Amazonica*, 10(4): 775-795.
- JUNK, W.J., BAYLEY, P.B. & SPARKS, R.E., 1989. The Flood Pulse Concept in River-Floodplain Systems. p. 110-127. IN: DODGE, D.P. (ED.) Proceedings of the International large River Symposium. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 106.

KOŘÍNEK, V., 2002. Cladocera. In.: FERNANDO, C.H. (Ed.). **A Guide to Tropical Freshwater Zooplankton (identification, Ecology and Impact on Fisheries)**. Backhuys Publisehers, Leiden. Cap. 3. pp. 69-123.

KOROCHINSKY, N. M., 1992. **Sididae & Holopedidae (Crustacea: Daphniformes)**. SPB Academic Publishing. pp. 1-42.

KOROVCHINSKY, N.M., 1997. On the history of studies on cladoceran taxonomy and morphology, with emphasis on early work and causes of insufficient knowledge of the diversity of the group. *Hydrobiologia* **360**: 1-11

MCABENDROTH, L., RAMSAY, P.M., FOGGO, A., RUNDLE, S.D. & BILTON, D.T., 2005. Does macrophyte fractal complexity drive invertebrate diversity, biomass and body size distributions? *Oikos*, 111: 279-290.

MESCHIATTI, J., ARCIFA, M.S. & FENERICH-VERANI, N. 2000. Fish communities associated with macrophytes in Brazilian floodplain lakes. *Environmental Biology of Fishes*, 58: 133- 143.

NOGUEIRA, M.G., 2001. Zooplankton composition, dominance and abundance as indicators of environmental compartmentalization in Jurumirim Reservoir (Paranapanema River), São Paulo, Brazil. *Hydrobiologia*, 455: 1-18.

OBERTEGGER, U., FLAIM, G., BRAIONI, M.G., SOMMARUGA, R., CORRADINI, F. & BORSATO, A., 2007. Water residence time as a driving force of zooplankton structure and succession. *Aquatic Sciences*, 69: 575-583.

OHL, C., KRAUZE, K & GRÜNBÜHEL, C., 2007. Towards an understanding of long-term ecosystem dynamics by merging socio-economic and environmental

- research Criteria for long-term socio-ecological research sites selection. *Ecological Economics*, 63: 383-391.
- ORLOVA-BIENKOWSKAJA, M.J., 1998. A revision of the cladoceran genus *Simocephalus* (Crustacea, Daphniidae). *Bulletin of the Natural history Museum, London (Zoology series)*. 64(1): 1-62.
- PANARELLI, E.A.; CASANOVA, S.M.C. & HENRY, R., 2008. The role of resting eggs in the recovery of zooplankton community in a marginal lake of the Paranapanema River (São Paulo, Brazil), after a long drought period. *Acta Limnol. Bras.* 20(1): 73-88.
- PEEL, M.C., FINLAYSON, B.L. & MCMAHON, T.A., 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11: 1633-1644.
- PELICICE, F.M. & AGOSTINHO, A.A., 2006. Feeding ecology of fishes associated with *Egeria* spp. patches in a tropical reservoir, Brazil. *Ecology of Freshwater Fish*, 15: 10-19.
- PELICICE, F.M., AGOSTINHO, A.A. AND THOMAZ, S.M., 2005. Fish assemblages associated with *Egeria* in a tropical reservoir: investigating the effects of plant biomass and diel period. *Acta Oecologica*, vol. 27, p. 9-16.
- POI DE NEIFF, A., 2003. Macroinvertebrates living on *Eichornia azurea* Kunth in the Paraguay River. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 15(1): 55-63.
- REDMAN, C.L., GROVE, J.M. & KUBY, L.H., 2004. Integrating Social Science in the Long-Term Ecological Research (LTER) Network: Social Dimensions of Ecological Change and Ecological Dimensions of Social Change. *Ecosystems*, 7(2): 161-171.

- SARMA, S.S.S., NANDINI, S., & GULATI, R.D., 2005. Life history strategies of cladocerans: comparisons of tropical and temperate taxa. *Hydrobiologia*, 542: 315-333.
- SHIMABUKURO, E. M. & HENRY, R., 2011. Controlling factors of benthic macroinvertebrates distribution in a small tropical pond, lateral to the Paranapanema River (São Paulo, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, 23(2): 154-163.
- SMIRNOV, N.N., 1992. The Macrothricidae of the World. In: DUMONT, H.J. (ED.). **Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World**. SPB Academic Publishing, The Netherlands. Vol. 1, 152p.
- SMIRNOV, N.N., 1996. Cladocera: the Chydorinae and Sayciinae (Chydoridae) of the World. In: DUMONT, H.J. (ED.). **Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World**. SPB Academic Publishing, The Netherlands. Vol. 11, 195p.
- TANIGUCHI, H., NAKANO, S., AND TOKESHI, M., 2003. Influences of habitat complexity on the diversity and abundance of epiphytic invertebrates on plants. *Freshwater Biology*, 48: 718-728.
- VAN DAMME, K. & DUMONT, H.J., 2008. Further division of *Alona* Baird, 1843: separation and position of *Coronatella* Dybowski & Grochowski and *Ovalona* gen.n. (Crustacea: Cladocera). *Zootaxa*, 1960: 1-44.
- VAN DAMME, K., KOTOV, A.A. & DUMONT, H.J., 2010. A checklist of names in *Alona* Baird 1843 (Crustacea: Cladocera: Chydoridae) and their current status: an analysis of the taxonomy of a lump genus. *Zootaxa*, 2330: 1-63.
- VAN DAMME, K., SINEV, A.Y. & DUMONT, H.J., 2011. Separation of *Anthalona* gen. n. from *Alona* Baird, 1843 (Branchiopoda: Cladocera: Anomopoda): morphology and evolution of scraping stenothermic alonines. *Zootaxa*, 2875: 1-64.

WARD, J.V.; TOCKNER, K. & SCHIMER, F., 1999. Biodiversity of floodplain river ecosystems: ecotones and connectivity. *Regulated Rivers: Research and Management*, 15: 125-139.

Limnological characterization of adjacent flooded areas of Río de La Plata Basin main rivers

Debastiani Júnior, José Roberto¹ & Nogueira, Marcos Gomes¹

¹ *Department of Zoology, State University of São Paulo – Unesp, Rubião Júnior s/n, 18618-970, Botucatu, SP, Brazil*

Abstract

In large basins a myriad of factors are responsible for the water characteristics. These characteristics strongly influence the structure and functional responses (dynamics and evolutionary process) of the aquatic biological communities. Therefore, a well described environment is the start point for understanding and discussing the biota. In this context we present a limnological overview of selected wetland areas adjacent to the main rivers of the Río de La Plata basin, the second largest in South America. It is considered the human occupation (damming and excessive eutrophication), geographical positioning and aquatic vegetation. We found a contrasting scenario between the different sub-basins of the La Plata basin and that the geographical distance was significantly correlated with the environmental similarity. The differences between sub-basins were mainly caused by the presence of large reservoirs and associated wetlands. The impact of human occupation (urban and industrial) and land use (agricultural and livestock) are of major importance in determining eutrophic sites, which contrasted with the patterns found. The influence of aquatic vegetation was also demonstrated, but general patterns could not be found. Our overview shows that free river stretches are quite different from the dammed stretches; that human occupation are a major factor influencing the water bodies structure and dynamics; and that the aquatic vegetation can cause local differences but are not geographically structured.

Key-Words: dam, wetland, Río de La Plata basin, human occupation.

Introduction

The Río de La Plata basin is the second largest one in South America, ranging from approximately 14,5°S (Southwest Bolivia and Center-West Brazil) to 34°S (Río de La Plata, Argentina/Uruguay). In this vast watershed there is a mosaic of aquatic environments, associated or not with the main rivers, many of them under influence of human occupation.

A revision presented by Peel *et al.* (2007) shows different climate conditions in La Plata basin, what could determine very different ecological processes and environmental characteristics in somewhat close areas. These differences are expected to influence not only the water characteristics but also the vegetation and the animals that can colonize the aquatic environments.

The aquatic vegetation has an important role in the aquatic ecosystems, promoting alterations in the limnological characteristics of a water body (e.g. De Backer *et al.*, 2010) and influencing processes directly linked to the climate, as the evapotranspiration. The plant communities have also been being used in some water quality indexes (e.g. Beck *et al.*, 2010; Aguiar *et al.*, 2011). Therefore, it seems intuitive to consider both limnological information and the macrophytes influence to obtain a comprehensive overview of the Río de La Plata aquatic environments.

Presently, the entire set of human activities is considered as part of what Redman *et al.* (2004) call social-ecological systems. In these systems, major impacts can emerge from the different uses of the watershed, most of them with potential not only to change the characteristics of the water bodies by the disruption of patterns (Ohl *et al.*, 2007), but also leading to a change in the structure of aquatic communities (e.g.: de Paggi & Devercelli, 2011 – for microzooplankton; Callisto *et al.*, 2005 and Katano *et al.*, 2009 – for benthic macroinvertebrates).

In this context, we tried to provide a comprehensive overview of the limnological characteristics of adjacent flooded areas colonized by aquatic macrophytes of the main rivers of the Río de La Plata basin, focusing on the investigation of geographical patterns (latitudinal – longitudinal), potential effects of human occupation (use of the watershed), and the influence of the aquatic vegetation in each sampling point.

We hope that this overview can bring some insight for the understanding of the biological communities' distribution in the basin and what impacts can rise from the human occupation.

Methodology

Study area

The Río de La Plata basin is composed by three main rivers: Paraguay River, Uruguay River and Paraná River. Covering an area of $3.17 \times 10^6 \text{ km}^2$ (Bazán & Arraga, 1993), it drains part of Argentina, Bolivia, Brazil, Paraguay and Uruguay territories. The La Plata basin is the second largest one in South America, with its origin in the Jurassic – Cretaceous (202 m.y.a.), when the South American and African continents ~~were~~ separated (Stevaux *et al.*, 2004). The mean flow of the basin is $22,000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, $17,000 \text{ m}^3$ from the Paraná River (after confluence with Paraguay River) and $5,000 \text{ m}^3$ from the Uruguay River.

The Paraná River is the tenth in the world in water discharge, with a total length of 4,695 km and a watershed of $2.8 \times 10^6 \text{ km}^2$. It originates from the confluence of the rivers Grande and Paranaíba (Brazil) and ends in the Río de La Plata, after the confluence with the Uruguay River (Argentina/Uruguay). In addition to the Grande and Paranaíba rivers, other important tributaries of the Paraná River are the Paranapanema, Tietê and Iguaçu rivers. The Paraná basin has 146 reservoirs with dams over ten meters high and in the Brazilian portion the

drainage area concentrates 50% of the country's population. Therefore, the Paraná River basin is highly influenced by anthropogenic impacts (Agostinho *et al.*, 2007).

The Paraguay River originates in the Brazilian Center-West region (Mato Grosso do Sul State), going through part of the Paraguayan and Argentinean territories and ending in the middle stretch of the Paraná River, with a total length of 2,621 km. In its upper portion, it also receives some Bolivian tributaries. This river has some sinuous stretches and large flooding plain areas with low flow (Domitrovic, 2002; Poi de Neiff, 2003; Frutos *et al.*, 2006). Limnological knowledge about this river is scarce and Fortney and collaborators (2004) point out the utter necessity of investigation in this basin, mainly the Pantanal wetland. The Paraguay River is free from the presence of large artificial reservoirs.

The Uruguay River originates from the confluence of the Pelotas and Canoas rivers, in the border between Santa Catarina and Rio Grande do Sul States (Brazil) and ends in the Río de La Plata, between Argentina and Uruguay. This river total length is of 1,770 km and its watershed covers $38.5 \times 10^4 \text{ km}^2$. In the upper and middle portions the river channel runs in profound vales with one of the highest hydro-electrical potential in the world (40.5 KW.km^{-2}). Nowadays large accumulation hydropower reservoirs are installed, *e.g.*: Barra Grande and Campos Novos (Santa Catarina State); Machadinho and Itá (border of Santa Catarina and Rio Grande do Sul States). In the low stretch of the Uruguay River is located the Salto Grande reservoir (Argentina and Uruguay border) where some limnological research and aquatic communities studies were carried out (see Chalar, 2008).

Sampling points

Aiming to cover a wide spatial scale, considering the longitudinal gradients of the main tributaries (upstream → mouth) and the latitudinal gradients between the sub-basins, adjacent flooded areas colonized by macrophytes of 12 reservoirs and 11 lotic stretches in the Río de La

Plata basin were sampled (Fig. 1, Tab. 1) in summer 2010; during the winter 2010 the middle Uruguay River and Salto Grande reservoir sampling sites could not be sampled due to drying. The lotic stretches were chosen in order to analyze the upper, middle and low Paraguay River (there are no reservoirs in this river); the Paraná River after the confluence with the Paraguay River; the Paraná River before the confluence with the Uruguay River; the middle Uruguay River, before Salto Grande reservoir; the low Uruguay River, before the confluence with the Paraná River; and the Río de La Plata itself, between the cities of Colonia del Sacramento (Uruguay) and Buenos Aires (Argentina).

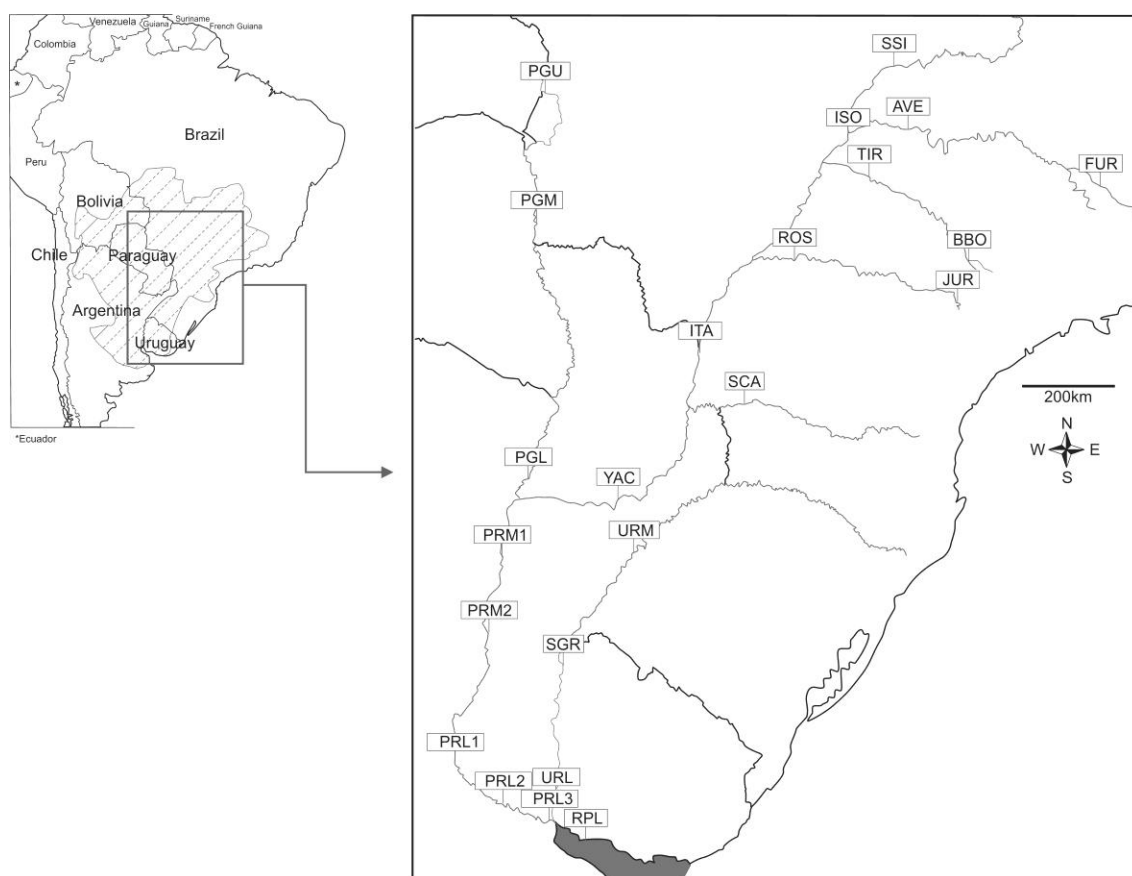


Figure 1. Geographical distribution of the sampling sites in the Río de La Plata basin (for codes and descriptions see Table 1).

The sampling sites were marked by GPS (Garmin E-Trex) and accessed with a motorized boat. As the depth of these environments was low, only sub-superficial measures (ca.

0.3 m) were performed. All sites were directly connected to the main water body, both in the reservoirs and in the free stretches.

Table 1. Sampling sites with codes, river/reservoir, hydrographic sub-basin and geographical coordinates.

Code	River/Reservoir	Sub-Basin	Coordinates
SSI	UHE São Simão – MG/GO – Brazil	Paranaíba	18°42'23.59"S 50°02'28.25"W
FUR	UHE Furnas – MG – Brazil	Grande	20°58'39.97"S 45°31'33.05"W
AVE	UHE Água Vermelha – MG/SP – Brazil	Grande	19°56'51.47"S 49°44'51.51"W
BBO	UHE Barra Bonita – SP – Brazil	Tietê	22°41'03.74"S 48°22'00.77"W
TIR	UHE Três Irmãos – SP – Brazil	Tietê	20°55'34.36"S 50°34'33.65"W
JUR	UHE Jurumirim – SP – Brazil	Paranapanema	23°28'23.66"S 48°38'23.56"W
ROS	UHE Rosana – SP/PR – Brazil	Paranapanema	22°38'02.87"S 52°09'39.88"W
SCA	UHE Salto Caxias – PR – Brazil	Iguaçu	25°30'30.60"S 53°17'34.35"W
ISO	UHE Ilha Solteira – SP/MS – Brazil	Paraná	20°11'42.10"S 50°59'04.82"W
ITA	UHE Itaipu – Brazil/Paraguay	Paraná	24°29'57.44"S 54°17'51.79"W
YAC	UHE Yacireta – Ituzaingó – Argentina	Paraná	27°26'20.04"S 56°14'30.16"W
PRM1	Paraná River “Middle 1” – Bella Vista – Argentina	Paraná	28°29'33.95"S 59°02'24.47"W
PRM2	Paraná River “Middle 2” – Esquina – Argentina	Paraná	30°00'54.59"S 59°32'51.93"W
PRL1	Paraná River “Low 1” – San Lorenzo – Argentina	Paraná	32°44'07.16"S 60°43'10.12"W
PRL2	Paraná River “Low 2” – San Pedro – Argentina	Paraná	33°40'49.00"S 59°38'48.80"W
PRL3	Paraná River “Low 3” – Delta Río de La Plata - Argentina	Paraná	33°56'49.45"S 58°27'07.47"W
RPGU	Upper Paraguay River – Corumbá – Brazil	Paraguay	18°58'48.29"S 57°38'26.26"W
PGM	Midle Paraguay River – Porto Murtinho – Brazil	Paraguay	21°40'41.13"S 57°53'25.21"W
PGL	Low Paraguay River – General Mansilla – Argentina	Paraguay	26°52'10.45"S 58°19'54.12"W
URM	Middle Uruguay River – Santo Tomé - Argentina	Uruguay	28°29'35.23"S 55°58'17.53"W
SGR	UHE Salto Grande – Uruguay	Uruguay	30°44'57.60"S 57°44'37.31"W
URL	Low Uruguay River – Nueva Palmira – Uruguay	Uruguay	33°49'40.48"S 58°25'41.52"W
RPL	Río de La Plata – Uruguay/Argentina	-	34°25'38.85"S 57°34'40.75"W

Environmental variables

Inter-site comparison – hydrographic basin differences

Data sampling

Measures of the water temperature, total dissolved solids, dissolved oxygen, pH and electrical conductivity were taken in three zones of each studied site: inside the macrophyte stands (macrophyte zone), approximately 1m distance of the macrophyte stands (adjacent zone) and in the limnetic zone (without macrophytes). From this data a mean value for each variable (from at least 10 measures) was calculated. These means were used to compare the different sampling sites.

The water transparency (Secchi disk) and depth of each sampling point were also measured in the region adjacent to the macrophyte stands. In this region a water sample was taken for physical (suspended matter, both organic and inorganic, and turbidity), chemical (total Nitrogen and Phosphorus) and biological (Chlorophyll *a*) characterization.

The turbidity was measured with a MS Tecnopon Table turbidimeter, whose results are more accurate than the ones given by the water probe.

For the analysis of the suspended matter and chlorophyll *a*, different volumes of the water samples were filtered through a Millipore AP40 filter using a Tecnal vacuum pump.

The filters obtained for the chlorophyll *a* analysis and the water samples were frozen and stored in coolers with daily ice replenishment until the return from fieldwork.

In laboratory, spectrophotometric analyses were performed using the water samples to determine the total nitrogen (Mackereth *et al.*, 1978) and phosphorus (Strickland & Parson, 1960), after physical-chemical digestion (Valderrama, 1981).

Spectrophotometric analysis was also applied to the chlorophyll *a* (both for phytoplankton and periphyton), after maceration of the filters and extraction with 90% cold acetone.

By gravimetric technique (Cole, 1979), the total suspended matter was estimated after kiln-drying (70°C for 24h) and the organic and inorganic fractions after burning in a muffle furnace (455°C for 1h). The previous preparation and posterior weighing of the filters was made in a Denver analytical scale (0.00001g precision).

In each site a sample of the periphyton associated with the dominant (visual inspection) macrophyte was taken. The procedure consisted in the removal of three vegetation samples (submerged stems or leaves), scraping of the periphyton with a brush, washing with distilled water and posterior filtering of the resulting water through AP40 Millipore filters (also with the aid of the Tecnal vacuum pump). These filters were also frozen for processing in the laboratory as cited above. The estimated amount of periphyton was expressed as a function of the quantity of chlorophyll *a* by the area of the sampled vegetation fragment. To know these areas, simple geometrical calculi were performed – *e.g.* cylinder surface for stems, approximated area for leaves (with aid of graph paper).

The phyto-physiognomy (dominant species and approximate percent of cover area of the ecological groups – submerged, rooted emerged and fluctuant) was determined *in situ* and by the analysis of standardized photos sequences taken during fieldwork.

Data analysis

To ordinate the differences between the sampling stations we first applied a principal component analysis (PCA), based in the mean value of the variables sampled with the water probe and the ones obtained in the adjacent zone, for both summer and winter data.

The water transparency was expressed as percentage of total depth (SD:Z), to have a comparable value between different local depths.

The other variables were log-transformed ($\log[x+1]$, except pH) and then standardized by standard deviation to eliminate the effects of the different units.

Each measured variable was organized in 3D graphs for better visualization of geographical variation, both for summer and winter data.

To determine if the environmental data was geographically structured a Mantel test was performed. This test compares two similarity matrixes and determine if there is significant correlation between them and, hence, structuring of one as a function of the other. We applied this test to the PCAs matrixes and correlated them to a Euclidean distance matrix based on the geographical coordinates of the sampling points. The Mantel test was also applied to determine if the macrophyte dominance was geographically structured and if the limnological characteristics were correlated to the macrophyte dominance (only for summer data due to macrophyte senescence in winter).

Analysis of variance (ANOVA) was also applied to investigate statistically significant differences between the sampling sites but only for the variables measured with the water probe (due to the need of variance) after log-transformation (except pH). All analyzes were carried out in Statistica 7.0 (Statsoft, 2004) statistical package.

In-site comparisons – horizontal profiles

Data sampling

With a Eureka Manta 2 water probe we measured the water temperature, total dissolved solids, dissolved oxygen, pH and conductivity in three different zones of each sampling site, performing a horizontal gradient: *inside macrophyte stand zone* → *adjacent macrophyte stand*

zone → *limnetic zone*. With this methodology it was intended to determine if there are significant differences in the environmental characteristics of each compartment and, thus, an environmental complexity beyond the one provided by the physical structure of the macrophytes.

Data analysis

To determine if there were differences between the zones of the horizontal profile (*macrophytes* → *adjacent* → *limnetic*), a Shapiro-Wilk normality test and a Levene test for homogeneity of variance were performed. Posteriorly, it was applied a One-Way ANOVA comparing the three zones of each site. All analyzes were carried out in Statistica 7.0 (Statsoft, 2004) statistical package.

Results

Inter-site comparison – hydrographic basin differences

Major differences could be observed between the reservoirs and the free river stretches. The reservoirs were characterized by higher transparency (Fig. 2) and periphyton, the last more pronounced during winter (Figs. 2 and 3.2 O-P). The free river stretches were characterized by higher conductivity, total dissolved solids, turbidity, phosphorus concentration (increasing from head to mouth) and suspended matter (Figs 2, 3.1 E-F, 3.2 I-L, 3.3 Q-T and W-X).

Exceptions for the above tendency are Barra Bonita reservoir (summer and winter), Salto Grande reservoir (summer, no winter data), São Simão reservoir (summer), Yaciretá reservoir (winter), the middle stretch of the Paraná River (PRM1-2, summer) and the upper and middle stretches of the Paraguay River (PGU and PGM, winter) (Fig. 2).

A notable alternation of dominance between inorganic and organic suspended matter was observed from summer to winter, respectively, on the entire basin. Even in the rivers, no increase from head to mouth was observed for these variables neither in summer nor winter.

The values of chlorophyll *a* found for the riverine sites were slightly higher than the ones found for the reservoirs both in summer and winter. Nevertheless, São Simão and Salto Grande reservoirs, in summer, and Barra Bonita, in winter, showed high amounts of chlorophyll *a*.

The water temperature did not show high variation during summer, but a pronounced latitudinal effect was observed during winter (Fig. 3.1 A-B).

No clear pattern regarding pH and dissolved oxygen could be observed, although they had significant positive correlation ($r = 0.71$ for summer and $r = 0.73$ for winter, both $p < 0.05$), indicating daily variations due to the influence of intensive photosintetic processes.

Higher values of total nitrogen occurred in the Paraguay River sub-basin, with increase from head to mouth in the summer, but the highest values were measured in locally impacted sites as Barra Bonita reservoir. Salto Caxias, Salto Grande and Três Irmãos reservoirs also exhibited high values in summer, but in winter only Três Irmãos maintained high values, probably due to exportation from Barra Bonita (located upstream to Três Irmãos). Salto Grande could not be sampled due to drying.

During summer the sites more locally impacted were São Simão, Barra Bonita and Salto Grande reservoirs as well as the lower portion of the La Plata basin, especially the Río de La Plata itself. São Simão and the Río de La Plata exhibited higher correlation with chlorophyll. The Río de La Plata and Salto Grande reservoir were also correlated with high amounts of inorganic suspended matter. The Barra Bonita reservoir was the most nitrogen rich site and with the highest conductivity, and these features determined the positioning of the site in the PCA ordination. The Três Irmãos reservoir, also in the Tietê River but downstream Barra

Bonita reservoir, had high values of nitrogen and conductivity, but its positioning was closer to the other reservoirs, showing a possible recovery of the river along its course.

Regarding the Mantel test performed to determine the geographical structuring of the environmental data it was observed that the distance between the sampling sites was ~~indeed~~ significant for the structuring of the environmental characteristics of the adjacent areas in the Río de La Plata basin (Tab. 2).

It was also observed trough the Mantel test that the dominance of the different functional groups of macrophytes were neither correlated with the geographical coordinates (Tab. 2) nor with the environmental factors (Tab.2).

Kruskal-Wallis ANOVA indicated significant statistical difference between the sampling sites for all tested variables (Tab. 3).

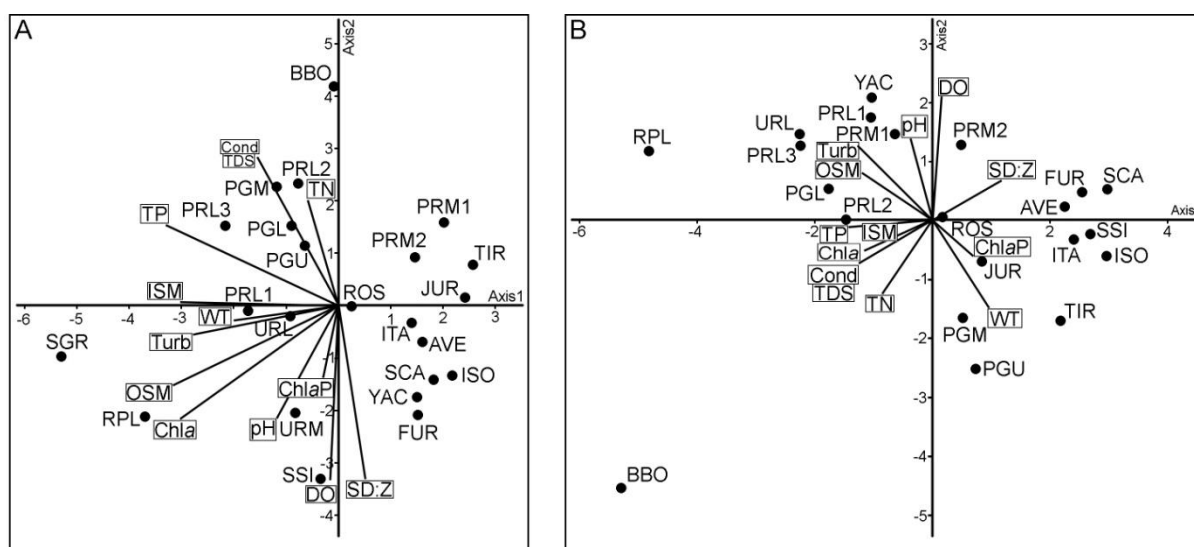


Figure 2. Bi-plot graphs of the PCA analysis performed for summer (A) and winter (B) data. Variables: Cond = conductivity, Chla = chlorophyll *a*, ChlaP = periphyton chlorophyll *a*, DO = dissolved oxygen, ISM = inorganic suspended matter, OSM = organic suspended matter, Turb = turbidity, TN = total nitrogen, TP = total phosphorus, TDS = total dissolved solids, WT = water temperature. Sampling sites as in Table 1.

Table 2. Values from the Mantel test performed to test the geographical structuring of the data from the Río de La Plata basin. A $p < 0.05$ value shows significant structuring of the variables by the geographical distribution.

	Factors	r	p
Summer	Geo x Limnological variables	0.15	0.032
	Geo x Macrophytes	-0.0003	0.55
	Macrophytes x Limnological variables	-0.04	0.54
Winter	Geo x Limnological variables	0.35	0.0002

Table 3. Values from the Shapiro-Wilk (normality), Levene (homogeneity of variance) and Kruskal-Wallis ANOVA (comparison) tests obtained to the environmental variable measured in the sampling sites from the Río de La Plata basin. Values of $p < 0.05$ mean absence of normality and homogeneity of variance and significant difference between sites.

Variables		Shapiro-Wilk		Levene		Kruskal-Wallis	
		W	p	F	p	H	p
Summer	Water temperature	0.8159	0.000	117.111	0.00	1959.791	<0.001
	pH	0.8199	0.000	215.011	0.00	1914.727	<0.001
	Conductivity	0.9521	0.000	323.631	0.00	2029.442	<0.001
	Dissolved oxygen	0.9635	0.000	160.515	0.00	1700.810	<0.001
	Total dissolved solids	0.9525	0.000	322.462	0.00	2034.461	<0.001
Winter	Water temperature	0.906484	0.000	314.691	0.00	1833.340	<0.001
	pH	0.687371	0.000	668.328	0.00	1688.089	<0.001
	Conductivity	0.924085	0.000	419.144	0.00	1853.573	<0.001
	Dissolved oxygen	0.875192	0.000	203.754	0.00	1753.957	<0.001
	Total dissolved solids	0.924132	0.000	418.083	0.00	1853.631	<0.001

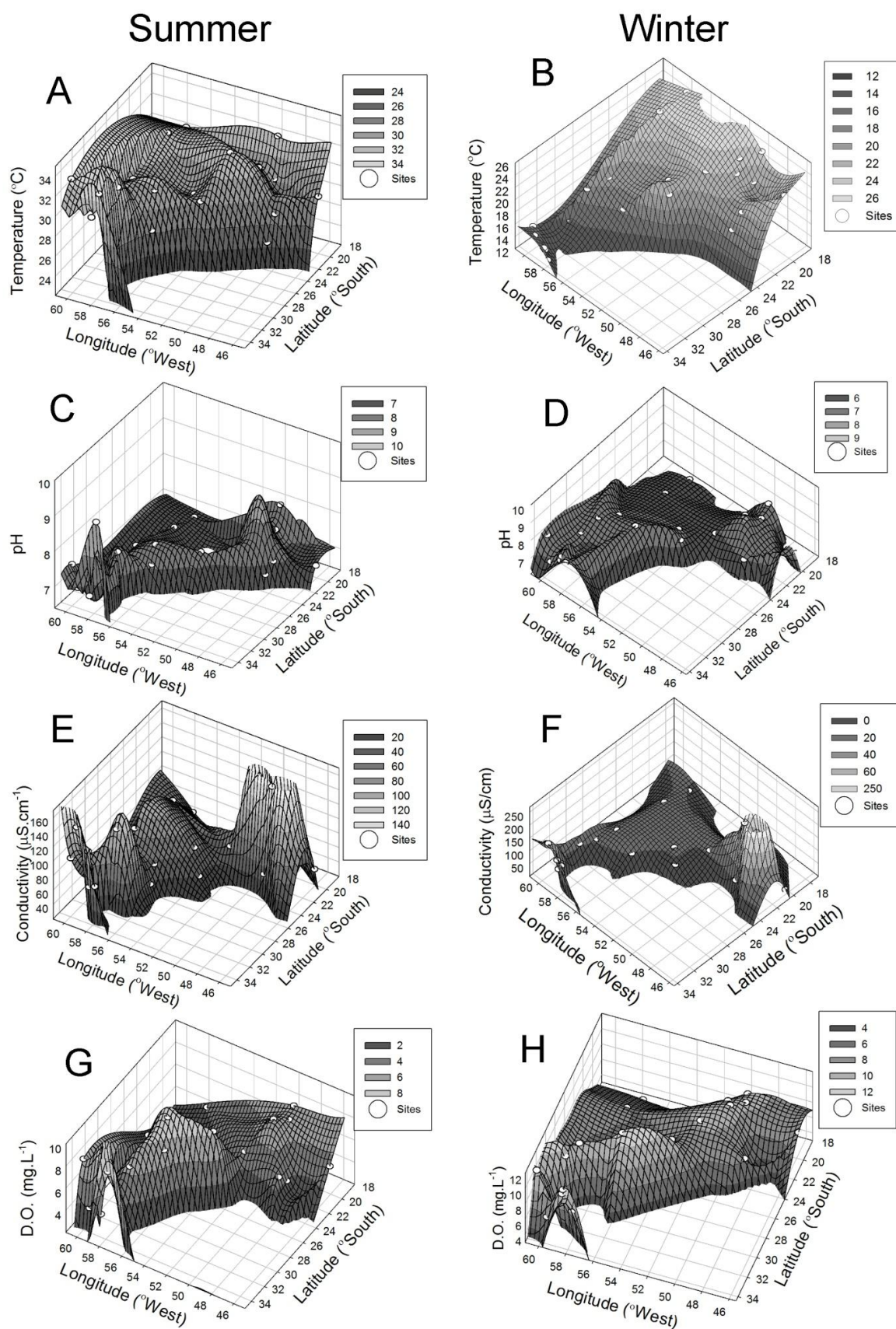


Figure 3.1. Graphic representation of the geographical variation of the limnological variables in the Río de La Plata basin in summer (left) and winter (right). A,B=Temperature; C,D=pH; E,F=Conductivity; G,H=Dissolved Oxygen.

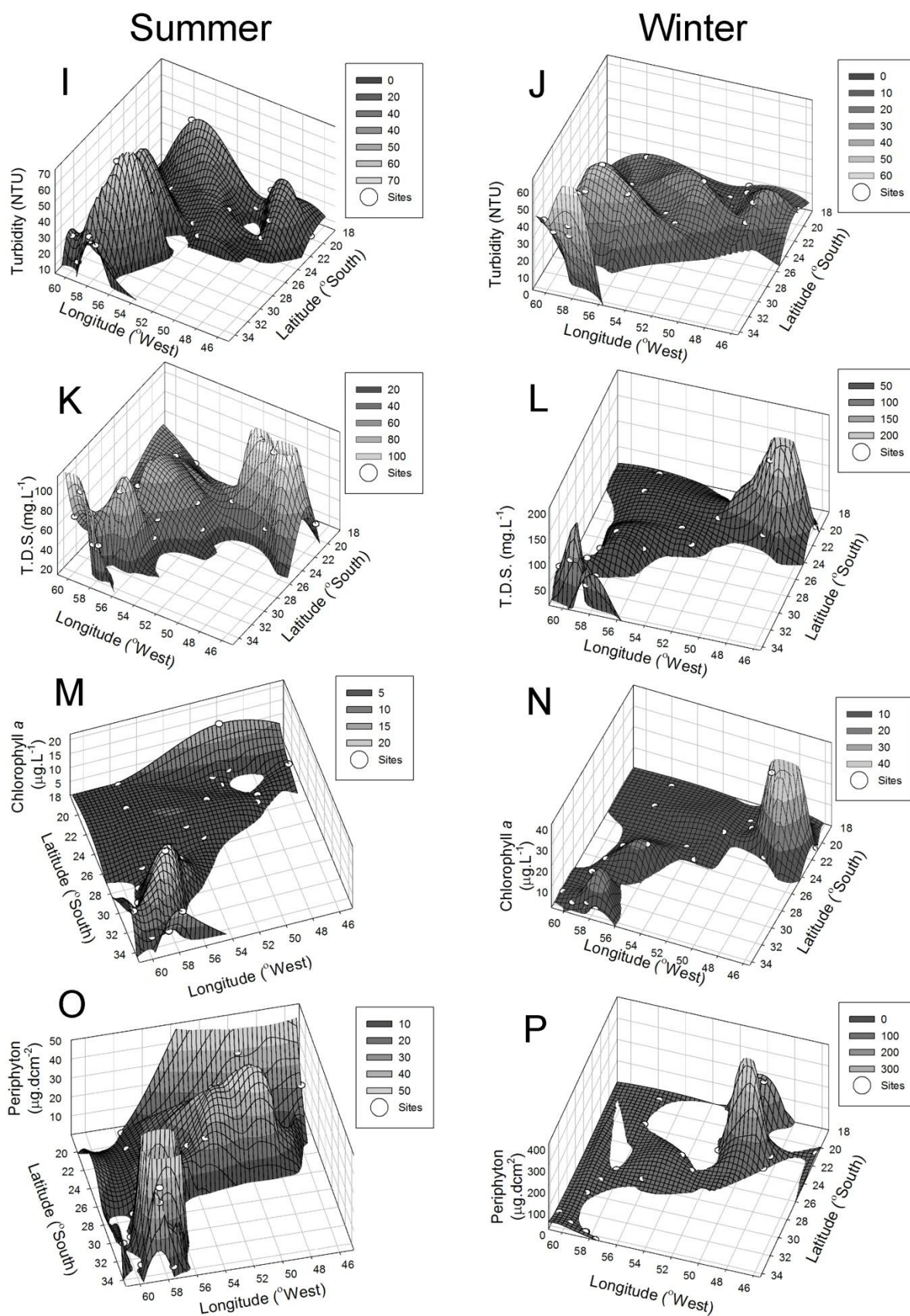


Figure 3.2. Graphic representation of the geographical variation of the limnological variables in the Río de La Plata basin in summer (left) and winter (right). I,J=Turbidity; K,L=Total Dissolved Solids; M,N=Chlorophyll *a*; O,P=Periphyton Chlorophyll *a*;

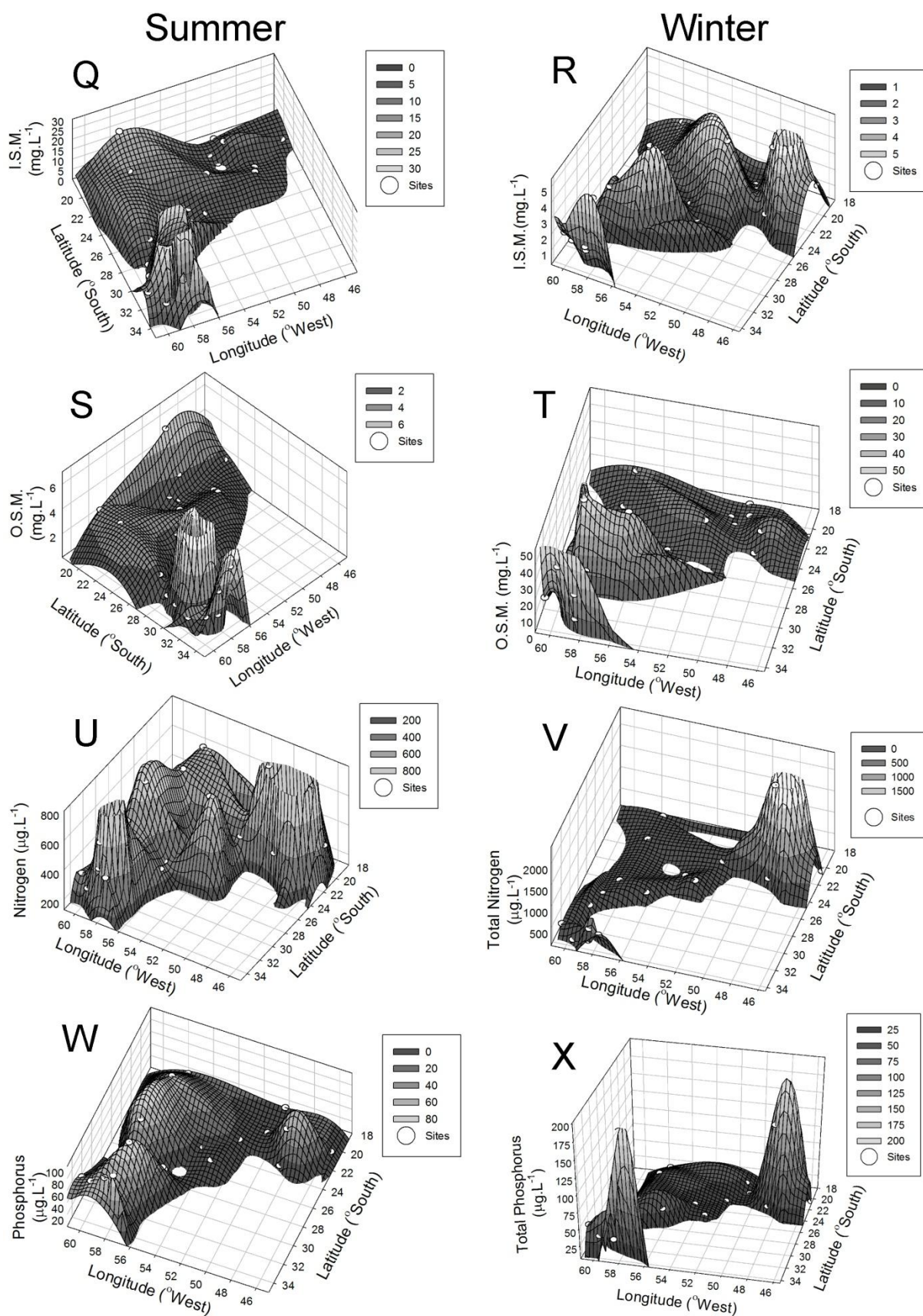


Figure 3.3. Graphic representation of the geographical variation of the limnological variables in the Río de La Plata basin in summer (left) and winter (right). Q,R=Inorganic Suspended Matter; S,T=Organic Suspended Matter; U,V=Total Nitrogen; W,X=Total Phosphorus.

In-site comparisons – horizontal profiles

All sets of data used for the horizontal profile comparison were tested for normality and homogeneity of variance, showing a general lack of both. Subsequently, One-Way ANOVA analyzes were applied (Statistica 7.0) between the zones, showing significant differences ($p < 0.05$) for all sites. To determine which zones were different amongst themselves, a Tukey test was applied (Tabs. 4 and 5, for summer and winter, respectively). Only the conductivity and total dissolved solids from Furnas reservoir, Paraná River “Low 3” and Uruguay River Middle during summer, and conductivity and total dissolved solids from the Paraguay River Middle during winter did not show significant difference among the considered horizontal zones.

Table 4. Results of the Kruskal-Wallis ANOVA comparing the zones of the horizontal profile of the studied sites for the summer data. Different letters represent significant difference ($p < 0.05$) between the zones after Tukey test. Bold letters represent absence of significant difference. The letters are disposed in the order: *macrophyte zone* → *adjacent zone* → *limnetic zone*.

	Temperature	pH	Conductivity	Dissolved oxygen	Total dissolved solids
SSI	a,b,c	a,b,c	a,b,c	a,b,c	a,b,c
FUR	a,b,a	a,b,a	a,a,a	a,a,b	a,a,a
AVE	a,b,c	a,b,c	a,b,c	a,a,b	a,b,c
ISO	a,b,b	a,b,c	a,b,c	a,b,c	a,b,c
BBO	a,b,c	a,b,b	a,b,b	a,b,c	a,b,b
TIR	a,b,c	a,b,c	a,b,c	a,a,b	a,a,b
JUR	a,b,c	a,b,b	a,b,b	a,b,c	a,b,b
ROS	a,b,c	a,b,c	a,b,c	a,b,c	a,b,c
ITA	a,a,b	a,a,b	a,a,b	a,b,c	a,a,b
SCA	a,b,c	a,b,b	a,b,c	a,b,c	a,b,c
YAC	a,b,c	a,b,c	a,b,c	a,b,c	a,b,c
PRM1	a,b,b	a,b,c	a,b,b	a,b,c	a,b,b
PRM2	a,b,c	a,b,c	a,a,b	a,b,c	a,a,b
PRL1	a,b,c	a,b,c	a,b,a	a,a,b	a,b,a
PRL2	a,b,c	a,b,a	a,b,c	a,b,b	a,b,c
PRL3	a,b,b	a,b,c	a,a,a	a,b,a	a,a,a
PGU	a,b,c	a,b,c	a,b,b	a,b,c	a,b,b

PGM	a,b,c	a,b,c	a,b,c	a,b,c	a,b,c
PGL	a,b,a	a,b,c	a,b,b	a,b,c	a,b,b
URM	a,b,b	a,b,c	a,a,a	a,b,c	a,a,a
SGR	a,b,c	a,b,c	a,b,c	a,b,c	a,b,c
URL	a,b,c	a,b,c	a,b,c	a,b,c	a,b,c
RPL	a,b,c	a,a,b	a,b,c	a,b,c	a,b,c

Table 5. Results of the Kruskal-Wallis ANOVA comparing the zones of the horizontal profile of the studied sites for the summer data. Different letters represent significant difference ($p < 0.05$) between the zones after Tukey test. Bold letters represent absence of significant difference. The letters are disposed in the order: *macrophyte zone* → *adjacent zone* → *limnetic zone*. - = missing value.

	Water Temperature	pH	Conductivity	Dissolved oxygen	Total dissolved solids
SSI	a,b,c	a,b,c	a,b,b	a,b,b	a,b,b
FUR	a,b,c	a,b,c	a,b,b	a,b,c	a,b,b
AVE	a,b,c	a,b,c	a,a,b	a,b,c	a,a,b
ISO	a,b,c	a,b,c	a,b,c	a,b,c	a,b,c
BBO	a,-,b	a,-,b	a,-,b	a,-,b	a,-,b
TIR	a,b,c	a,b,c	a,b,c	a,b,c	a,b,c
JUR	a,b,c	a,b,c	a,b,c	a,b,c	a,b,c
ROS	a,b,c	a,b,c	a,b,c	a,b,b	a,b,c
ITA	a,ab,b	a,b,c	a,b,c	a,b,c	a,b,c
SCA	a,b,c	a,b,c	a,b,a	a,b,a	a,b,a
YAC	a,b,c	a,b,c	a,b,c	a,b,c	a,b,c
PRM1	a,b,c	a,b,c	a,b,ab	a,b,c	a,b,ab
PRM2	a,b,c	a,b,c	a,b,b	a,b,c	a,b,b
PRL1	a,a,b	a,b,c	a,a,b	a,b,c	a,a,b
PRL2	a,b,b	a,b,c	a,b,c	a,b,c	a,b,c
PRL3	a,b,a	a,b,c	a,b,c	a,b,c	a,b,c
PGU	a,b,c	a,b,c	a,b,b	a,b,c	a,b,b
PGM	a,b,c	a,b,c	a,a,a	a,b,a	a,a,a
PGL	a,b,c	a,b,c	a,b,ab	a,b,c	a,b,ab
URL	a,b,c	a,b,c	a,b,c	a,b,c	a,b,c
RPL	a,b,c	a,b,c	a,b,c	a,b,c	a,b,c

Discussion

Inter-site comparison – hydrographic basin differences

In limnological studies the use of the hydrographic basin as the scale of investigation is justified by the fundamental role of the basin structure and processes in determining the characteristics of the water bodies. When investigating a basin as the La Plata, the pronounced differences in the characteristics of local environments can be a major challenge to determine general patterns. Nevertheless, the sampling effort employed in the present study permitted to assess clear spatial patterns. With the use of the PCAs, the Mantel Test, and the ANOVAs, it was possible to demonstrate that portions of the basin showed different environmental characteristics.

Doubtless, one of the main drivers of the characteristics and formation of the water bodies adjacent to fluvial systems of the Río de La Plata basin is the presence of dams in the main rivers channel. It was also evident the importance of the geographical positioning of the distinct sampling habitats in the data structure.

Our results indicates that the intensive damming in the upper portion of the Paraná sub-basin results in more transparent and less turbid water, lower amounts of phosphorus and higher development of periphytic community.

These results corroborate the affirmation of Thorton (1990) that reservoirs act as a sink for sediments and phosphorus. Roberto and collaborators (2009) showed that the construction of Porto Primavera dam in the Upper Paraná River promoted the decrease in phosphorus concentration and the increase in water transparency, not only in the main channel, but also in the downstream Paraná River's associated floodplain. In addition, Barbosa and collaborators (1999), for the Tietê River basin, also found a decrease of phosphorus as a consequence of the cascade of reservoirs in that river. Effects transference between reservoirs of distinct

magnitudes and distinct operational design was also demonstrated by Nogueira and collaborators (2012) for the Paranapanema River.

The development of the periphytic community in reservoirs lateral habitats is associated to more lentic conditions and also to floods control. Some authors found that after experimental floods the periphytic community suffered losses due to hydrologic effects (Uehlinger *et al.*, 2003; Fuller *et al.*, 2011). As the reservoir's management prevent these phenomena or at least diminish their amplitude, a more developed community (in terms of abundance at least) could establish. In the other hand, the sites associated with rivers would suffer from the influence of floods and constant water level fluctuations, leading to a less developed community.

Not only the reservoirs construction, but also the geographical positioning influenced the characteristics of the studied areas. It was observed a trend of increase from head to mouth of the conductivity, total dissolved solids and turbidity in the studied sub-basins. This indicates the cumulative capacity of transport of matter by the rivers. Nevertheless, these longitudinal additions were not so evident, or in some cases - dammed tributaries, not even observed, once again indicating the role of reservoirs changing the rivers ecological processes.

According to Vannote and collaborators (1980), a gradient of resources is expected to be found from the head waters to the rivers mouth, with processes of decomposition and partitioning of the matter in the longitudinal axis. In the other hand, Junk and collaborators (1989) stated that one of the main contributors for the carried matter in rivers is the flood pulse and the lateral transport into the river's channel. A coupling of these two ideas can be found in the work of Ward (1989), which considered that both longitudinal and lateral interactions ~~(and vertical and in time to)~~ are of major importance in determining the characteristics of the lotic systems. In our case the increasing tendency of total dissolved solids and conductivity could be associated to the processing of matter and its decomposition on the longitudinal axis. But the constant high amount of suspended matter would be determined by transport (run-off) from the

catchment and floodplains and continuous resuspension by the water flow (lateral and vertical transport). An intriguing tendency was the alternation between the inorganic and organic matter from summer to winter, respectively. It is probable that rainfall during the summer carried inorganic matter from the catchment into the water bodies and, on the other hand, during the winter processes of senescence (probably of the macrophytes) led to higher organic contents in the water.

Another difference observed for the studied sites was the concentration of nutrients, higher in the Paraguay sub-basin in summer and in the low portion of the La Plata basin for both seasons. Geological formation and geomorphological regional differences directly influence the nutrient concentration in the considered distinct sub-basins. Additionally, the intensive land and water uses in some highly occupied regions of La Plata basin is of major concern in terms of nutrient and hazardous substances inputs.

As already mentioned, the reservoirs act like a sink for most of the suspended matter and nutrients (especially phosphorus), strongly decreasing the downstream transport. But in the free river stretches an increase in the nutrients concentration (enhanced from urban and agricultural runoff) is expected. However, this increase was not so evident in the Paraná River sub-basin. In the middle part of this sub-basin the associated wetlands (such as the Esteros de Iberá) are also acting as sink for nutrients. The role of wetlands in nutrient retention/removal is well known (Boavida, 1999), and it is observed for both natural (Greiner & Hershner, 1998; Cohen *et al.*, 2007) and manmade systems (Calheiros *et al.*, 2007; Johannesson *et al.*, 2011). Thus, the presence of significant wetlands in the middle Paraná River stretch attenuates the expected longitudinal downstream increase of nutrient. This fact is corroborated by the association of the middle stretch of the Paraná River sub-basin with the majority of reservoirs during summer (when the loads would be higher) (PCA analyzes). The high concentration of

nutrients at the low stretch of the Paraná River sub-basin is caused by the direct effect of the existing highly urbanized areas.

This above considerations seems to be corroborated by the association of the middle stretch of the Paraná River sub-basin with the majority of reservoirs during summer (when the loads would be higher). At the low stretch of the Paraná River sub-basin, which drains highly urbanized areas, the amount of nutrients and suspended matter was higher.

Finally, there were sites under strong local impacts, which determine particular characteristics (easily seen in the PCAs) as the São Simão and Salto Grande reservoirs, during summer, Yaciretá reservoir during winter and, especially, Barra Bonita and the Río de La Plata itself in both seasons. All sites showed eutrophication signals.

São Simão reservoir showed high values of periphytic and planktonic chlorophyll, dissolved oxygen, high amounts of organic suspended matter and phosphorus. The eutrophication of this reservoir is attributed to the agricultural, livestock and urban runoff in its catchment. Few limnological information are available for this reservoir (Pinto-Coelho, 2006).

The Barra Bonita reservoir is the first large reservoir in the Tietê River, which has in its catchment large cities like São Paulo, with approximately 12 million habitants. The reservoir is highly eutrophic and receives constant and huge loads of nutrients from sewage, agriculture and urban runoff (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 1990; Tundisi *et al.*, 1991 and 1993).

The Salto Grande reservoir showed a very high amount of suspended matter and nutrients, showing a eutrophic condition, which corroborates what Chalar (2008) states in his revision of this reservoirs limnology.

The Río de La Plata also exhibits high values of suspended matter, nutrients and planktonic chlorophyll, evidencing a tendency of eutrophication in the low part of the basin. Both the Paraná River and the Uruguay River nutrient and solids concentrations were high in

this portion of the basin, the former due to urban and industrial activities and the last due to exportation of eutrophic waters from Salto Grande reservoir, caused by agricultural runoff.

In addition, the Upper and Middle Paraguay River associations with reservoirs during the winter reflect the latitudinal influence on the temperature of the basin.

Presently, in the Río de La Plata basin, both natural (e.g. wetlands) and manmade (e.g. reservoirs) barriers for transport of matter and the land use in the catchments are the most important determinants of the fluvial water characteristics. The impoundment of the upper Paraná River sub-basin created a vast “lentic” macro-system much different from the naturally occurring lotic systems in the basin, which certainly determines differential biological communities in the water bodies. The connectivity with wetlands in the free river stretches is also important for the water characteristics, but the hydrological cycles and water level fluctuation in these areas need to be considered in future investigations. Finally, regional sources of suspended matter and nutrients determine the “outlier” sites, which clearly demonstrate how eutrophication processes caused by human activities can disrupt natural patterns.

In-site comparisons – horizontal profile

In aquatic environments the presence of macrophytes are usually linked to high structural habitat complexity (*e.g.* Thomaz et al, 2008), but they also influence the chemical and physical characteristics of the water.

The observed differences in the limnological features between the zones of the horizontal profile of all sites are strong indicators that the habitat heterogeneity in macrophyte dominated adjacent areas goes much deeper than physical structure. However it was not possible to correlate any pattern of variation related to the different uses of the main water bodies (*i.e.* reservoirs construction).

The influence of aquatic macrophytes in the water characteristics can be of major importance, not only to the water quality, but also for the biota. Miranda & Hodges (2000), for instance, found that the density of colonization by macrophytes was correlated to the fish abundance. These authors suggest that the influence of macrophytes in hypoxia was the main driving factor for this association.

Macrophytes can also influence in microchemical composition of the water column. Lee & McNaughton (2004) found that different macrophytes determine different composition of elements in the water column in a lake, both comparing macrophytes species and comparing colonized with non-colonized areas of the littoral. Miretzky and collaborators (2010) showed how *Eleocharis acicularis* is capable of removing Cd (II) from the water column, indicating how the macrophyte community can also have an important role in removing contaminants of the environment.

Given the different aspects of how the macrophyte community can influence in the characteristics of the water, it is very important to take the area by them colonized into account for a better characterization of aquatic environments. Nevertheless, in a broader scale they seemed to do not exhibit a clear patterns of variation in La Plata basin (as assessed by the Mantel test, Tab. 4), what indicates that local factors are of major importance than geographical ones when considering the fluvial longitudinal gradients.

References

- Agostinho, A.A.; Gomes, L.C. & Pelicice, F.M., 2007. *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil*. Maringá: EDUEM, 501p.
- Aguilar, F.C.; Feio, M.J. & Ferreira, M.T., 2011. Choosing the best method for stream bioassessment using macrophyte communities: Indices and predictive models. *Ecological Indicators*, 379–388.
- Barbosa, F.A.R.; Padisák, J.; Espíndola, E.L.G.; Borics, G. & Rocha, O., 1999. The cascading reservoir continuum concept (CRCC) and its application to the river Tietê-basin, São

- Paulo State, Brazil. In: J. G. Tundisi & M. Straškraba (Eds.), *Theoretical Reservoir Ecology and its applications*. Backhuys Publ. The Netherlands, pp. 425–437.
- Bazán, J.M. & Arraga, E., 1993. El Rio de la Plata, ¿un sistema fluvio-marítimo frágil? Acercamiento a una definición de la calidad de sus aguas. In: Boltovskoy, A. & Lopez, H. (Eds.) *Conferencias de Limnología. Instituto de Limnología Dr. R. Ringuelet*. La Plata, pp. 71–82.
- Beck, M.W.; Hatch, L.K. ; Vondracek, B. & Valley R.D., 2010. Development of a macrophyte-based index of biotic integrity for Minnesota lakes. *Ecological Indicators*, 968–979.
- Boavida, M.J., 1999. Wetlands: Most relevant structural and functional aspects. *Limnetica*, 17: 57–63.
- Calheiros, C.S.C. ; Rangel, A.O.S.S. & Castro, P.M.L., 2007. Constructed wetland systems vegetated with different plants applied to the treatment of tannery wastewater. *Water Research*, 41: 1790–1798.
- Callisto, M.; Goulart, M.; Barbosa, F.A.R. & Rocha, O., 2005. Biodiversity assessment of benthic macroinvertebrates along a reservoir cascade in the lower São Francisco River (Northeastern Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, 65(2): 229–240.
- Chalar, G., 2008. The use of phytoplankton patterns of diversity for algal bloom management. *Limnologia*, doi:10.1016/j.limno.2008.04.001.
- Cohen, M.J.; Paris, J. & Clark, M.W., 2007. P-sorption capacity estimation in southeastern USA wetlands soils using visible/near infrared (VNIR) reflectance spectroscopy. *Wetlands*, 27(4): 1098–1111.
- Cole, G. A. 1979. *Textbook of limnology*. 2nd. ed. The C.V. Mosby Company, Saint Louis. 426p.
- De Backer, S.; Van Onsem, S. & Triest, L., 2010. Influence of submerged vegetation and fish abundance on water clarity in peri-urban eutrophic ponds. *Hydrobiologia*, 656: 255–267.
- Domitrovic, Y.Z., 2002. Structure and variation of the Paraguay River phytoplankton in two periods of its hydrological cycle. *Hydrobiologia*, 472: 177 - 196.
- Fortney, R.H.; Benedict, M.; Gottgens, J.F.; Walters, T.L.; Leady, B.S. & Rentch, J., 2004. Aquatic plant community composition and distribution along an inundation gradient at two ecologically-distinct sites in the Pantanal region of Brazil. *Wetlands Ecology and Management*, 12: 575–585
- 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*, 42(4): 277 - 288.
- Greiner, M. & Hershner, C., 1998. Analysis of wetland total phosphorus retention and watershed structure. *Wetlands*, 18(1): 142–149.
- Johannesson, K.M.; Andersson, J.L. & Tonderski, K.S., 2011. Efficiency of a constructed wetland for retention of sediment-associated phosphorus. *Hydrobiologia*, 674: 179–190.
- Junk, W.J.; Bayley, P.B. & Sparks, R.E., 1989. The Flood Pulse Concept in River-Floodplain Systems, p 110 – 127. In: Proceedings of the International Large River Symposium. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*.

- Katano, I.; Negishi, J.N.; Minagawa, T.; Doi, H.; Kawaguchi, Y. & Kayaba, Y., 2009. Longitudinal macroinvertebrate organization over contrasting discontinuities: effects of a dam and a tributary. *Journal of the North American Benthological Society*, 28(2):331–351.
- Mackereth, F.I.H.; Heron, J. & Talling, J.F. 1978. *Water analysis: some revised methods for limnologists*. Freshwater Biological Association, London. 120p.
- Miranda, L.E. & Hodges, K.B., 2000. Role of aquatic vegetation coverage on hypoxia and sunfish abundance in bays of a eutrophic reservoir. *Hydrobiologia* 427: 51–57.
- Miretzky, P.; Muñoz, C. & Carrillo-Chavez, A., 2010. Cd (II) removal from aqueous solution by *Eleocharis acicularis* biomass, equilibrium and kinetic studies. *Bioresource Technology* 101: 2637–2642.
- Lee, P.F. & McNaughton, K.A., 2004. Macrophyte induced microchemical changes in the water column of a northern Boreal Lake. *Hydrobiologia*, 522: 207–220.
- Peel, M.C.; Finlayson, B.L. & McMahon, T.A., 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11: 1633–1644.
- Pinto-Coelho, R.M.; Azevedo, L.M.A.; Rizzi, P.E.V.; Bezerra-Neto, J.F. & Rolla, M.E., 2006. **Origens e Efeitos do Aporte Externo de Nutrientes em um Reservatório Tropical de Grande Porte: Reservatório de São Simão (MG/GO)**. In.: Nogueira, M.G.; Henry, R. & Jorcin, A. (Orgs.): **Ecologia de Reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata**. São Carlos, RiMa. 472p.
- Poi de Neiff, A., 2003. Macroinvertebrates living on *Eichornia azurea* Kunth in the Paraguay River. *Acta Limnologica Brasiliensis*, 15(1): 55–63.
- Roberto, M.C.; Santana, N.F. & Thomaz, S.M., 2009. Limnology in the Upper Paraná River floodplain: large-scale spatial and temporal patterns, and the influence of reservoirs. *Brazilian Journal of Biology*, 69(2, Suppl.): 717–725.
- StatSoft, Inc. (2004). STATISTICA (data analysis software system), version 7. www.statsoft.com.
- Stevaux, J.C.; Souza-Filho, E.E.; Medeanic, S. & Yamskikh, 2004. The quaternary history of the Paraná River and its floodplain. In: Thomaz, S.M.; Agostinho, A.A. & Hahn, N.S. (Eds.). *The upper Paraná River and its Floodplain*. Backhuys Publishers, Leiden, pp. 31–53.
- Strickland, J.D. & Parsons, T.R. 1960. A manual of sea water analysis. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 125: 1–185.
- Thorton, K.W., 1990. Sedimentary processes. In Kimmel, BL. and Payne, FE. (Eds.). *Reservoir limnology: ecological perspectives*. John Wiley and Sons, New York. p. 43–69.
- Thomaz, S.M.; Dibble, E.D.; Evangelista, L.R.; Higuti, J. & Bini, L.M., 2008. Influence of aquatic macrophyte habitat complexity on invertebrate abundance and richness in tropical lagoons. *Freshwater Biology*, 53: 358–367.
- Tundisi, J.G. & Matsumura-Tundisi, T, 1990. Limnolgy and eutrophication of Barra Bonita reservoir, S. Paulo State, Southern Brazil. *Archiv für Hydrobiologie–Beiheft Ergebnisse der Limnologie*, 33:661–676.
- Tundisi, J.G.; Matsumura-Tundisi, T; Calijuri, M.C. & Novo, E.M.L., 1991. Comparative limnology of five reservoirs in the middle Tietê River, S. Paulo State. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, 24:1489–1496.

- Tundisi, J.G.; Matsumura-Tundisi, T & Calujuri, M.C., 1993. Limnology and management of reservoirs in Brazil. In.: Straskraba, M. & Tundisi, J.G. (Eds.). *Comparative Reservoir Limnology and Water Quality Management*. p. 25–55.
- Uehlinger, U.; Kawecka, B. & Robinson, C.T., 2003. Effects of experimental floods on periphyton and stream metabolism below a high dam in the Swiss Alps (River Spöl). *Aquatic Sciences*, 65: 199–209
- Valderrama, J.G. 1981. The simultaneous analysis of total nitrogen and phosphorus in natural waters. *Marine Chemistry*, 10: 109–122.
- Vannote, R.L., Minshall, G.W.; Cummins, K.W.; Sedell, J.R. & Cushing, C.E., 1980. The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37: 130–137.
- Ward, J. V., 1989. The Four-Dimensional Nature of Lotic Ecosystems. *Journal of the North American Benthological Society*, 8(1): 2–8.

Want of taxonomic resolution in highly populated basins: a case on Chydoridae (Crustacea; Branchiopoda; Cladocera)

Debastiani Júnior, José Roberto^{1*}; Elmoor-Loureiro², Lourdes Maria Abdu & Nogueira,

Marcos Gomes¹

¹ *Department of Zoology, State University of São Paulo – Unesp, Rubião Júnior s/n,
18618-970, Botucatu, SP, Brazil*

² *Laboratory of Zoology, Catholic University of Brasília, QS 7 lot 1, room M331,
71966-700, Taguatinga, DF, Brazil*

*debastianijunior@gmail.com

Abstract:

Taxonomical research regarding the Cladocera of the world is bringing to light a wide number of new species. Nevertheless, in South America there is still a lack of this type of knowledge due to focus on ecological research and some depreciation of taxonomical studies. The *Río de la Plata* basin is the second largest basin in the continent and has a contrasting amount of knowledge regarding the cladocerans of the different main sub-basin due to concentration of research centers. The recent rise in species numbers in the rest of the world inspired this survey in the *Río de la Plata* basin. It was hypothesized that new species could still be found in the basin and that they would have a higher contribution to the richness of the least studied sub-basins. Twenty three sample locations were selected in the main sub-basins and the Cladocera were analyzed till the species level. The Chydoridae family was selected for further analysis due to higher richness. Forty nine species of Chydoridae were recorded, with two being considered new and a third which, due to lack of material, could not be addressed further. At least one of the two considered new species was recorded in the sub-basins. The contribution for total richness given by the new species was considerably similar among sub-basins. It was concluded that the taxonomical resolution applied in the identification is the main factor influencing the find of new species in cladocerans studies in the basin.

Key-Words: Río de La Plata, phytophilous cladocerans, geographical distribution.

Introduction:

Research on Cladocera taxonomy is being carried out all around the world. The high resolution by which the species are investigated in these researches results in a constant increase in the number of known species and reallocation of former taxa into new groups (*e.g.* Van Damme & Dumont, 2010 and Van Damme *et al.*, 2011).

Unfortunately, the historical approach of Cladocera research in South America has focused on the ecology of the group, largely setting aside the taxonomical investigation. Due to this bias, contemporary research that applies a higher level of resolution on the identification of taxa often finds dead ends and inconsistencies, leading to many unidentified species.

There is not only a historical lack of taxonomical investigation, but also a marked heterogeneity in the geographical distribution of the research, focused around scientific centers.

Many of these centers are in the *Río de La Plata* basin, the second largest basin in South America and densely populated. However, in it is possible to find not only exhaustive studied regions as the middle *Paraná* river sub-basin (de Paggi & Paggi, 2007) but also almost unstudied regions as the *Paraguay* river sub-basin, directly connected to the *Pantanal*, an extensive wetland-floodplain system (major study was performed by Frutos *et al.*, 2006).

The increasing number of species, constant reallocation of former taxa and lack of taxonomical studies created a new prospect of how thorough – if anything like that – was the scientific knowledge about the Cladocera in the *Río de La Plata* basin and inspired a wide survey.

In this paper only the Chydoridae family was addressed due to their high species richness.

Based on the above cited geographical arrangement of knowledge in the basin it was hypothesized that new taxa found in the less-studied portions of the basin would represent a larger portion of the community than in the well studied portions, where a more complete species composition was expected.

Methodology:

Cladocerans were sampled with plankton net (68µm) in 23 macrophyte colonized sites of the *Río de La Plata* basin during summer 2010 (wet season with high amount of macrophytes). Table 1 brings the data of the sampling sites by region, with coordinates and expected level of knowledge.

The identification of the Chydoridae was performed through species level and based on specialized literature (e.g. Smirnov, 1996; Elmoor-Loureiro, 1997; Van Damme & Dumont, 2008; Van Damme et al., 2011).

The relative contribution of new taxa was represented by their proportion in the total number of species sampled in each region.

Table 1. Studied sites with codes, geographical position, sub-basin and level of knowledge.

Code	River/Reservoir	Coordinates	Sub-Basin	Knowledge
SSI	UHE São Simão	18°42'23.59"S 50°02'28.25"W	Upper Paraná	Well studied
FUR	UHE Furnas	20°58'39.97"S 45°31'33.05"W		
AVE	UHE Água Vermelha	19°56'51.47"S 49°44'51.51"W		
BBO	UHE Barra Bonita	22°41'03.74"S 48°22'00.77"W		
TIR	UHE Três Irmãos	20°55'34.36"S 50°34'33.65"W		
JUR	UHE Jurumirim	23°28'23.66"S 48°38'23.56"W		
ROS	UHE Rosana	22°38'02.87"S 52°09'39.88"W		
SCA	UHE Salto Caxias	25°30'30.60"S 53°17'34.35"W		
ISO	UHE Ilha Solteira	20°11'42.10"S 50°59'04.82"W		

ITA	UHE Itaipu	24°29'57.44"S 54°17'51.79"W		
YAC	UHE Yacireta	27°26'20.04"S 56°14'30.16"W		
RPRM1	Paraná River "Middle 1"	28°29'33.95"S 59°02'24.47"W	Middle Paraná	Well studied
RPRM2	Paraná River "Middle 2"	30°00'54.59"S 59°32'51.93"W		
RPRL1	Paraná River "Low 1"	32°44'07.16"S 60°43'10.12"W		
RPRL2	Paraná River "Low 2"	33°40'49.00"S 59°38'48.80"W	Low Paraná	Well studied
RPRL3	Paraná River "Low 3"	33°56'49.45"S 58°27'07.47"W		
RPGU	Upper Paraguay River	18°58'48.29"S 57°38'26.26"W		
RPGM	Midle Paraguay River	21°40'41.13"S 57°53'25.21"W	Paraguay	Poorly studied
RPGL	Low Paraguay River	26°52'10.45"S 58°19'54.12"W		
RURM	Middle Uruguay River	28°29'35.23"S 55°58'17.53"W		
SGR	UHE Salto Grande	30°44'57.60"S 57°44'37.31"W	Uruguay	Poorly studied
RURL	Low Uruguay River	33°49'40.48"S 58°25'41.52"W		
RPL	Río de La Plata	34°25'38.85"S 57°34'40.75"W	-	-

Results:

A total of 49 Chydoridae species has been found in this study (Tab. 2).

Two possible new species of Chydoridae are proposed, both under investigation. The first species was considered a member of the genus *Ovalona* (Van Damme & Dumont, 2008) (Figure 1). The second species (Figure 2) shared many features with *Anthalona simplex* (Van Damme *et al.*, 2011) and, thus, considered as belonging to this genus.

A third possible new species is listed (Tab. 2, *Chydorus* sp. n1 (?)), but due to lack of material, no further consideration could be performed.

The contribution of new taxa to the total richness observed per region is recorded in figure 3. At least one of the two new species was found in each sub-basin (Tab. 2) except for the Río de La Plata itself.

Table 2. Species list with presence/absence of each species and total richness by sub-basin. UPR= Upper Paraná, MPR= Middle Paraná, LPR= Low Paraná, PG= Paraguay and UR= Uruguay.

Species	UPR	MPR	LPR	PG	UR
Aloninae					
<i>Acroperus tupinamba</i> Sinev & Elmoor-Loureiro, 2010	+	+	-	-	-
<i>Alona broaensis</i> Smirnov & Matsumura-Tundisi 1984	+	-	-	-	-
<i>Alona dentifera</i> (Sars, 1901)	+	+	+	+	-
<i>Alona glabra</i> Sars, 1901	+	+	+	+	+
<i>Alona guttata</i> Sars, 1862	+	+	+	+	-
<i>Alona iheringula</i> Kotov & Sinev, 2004	+	-	-	+	-
<i>Alona ossiani</i> Sinev, 1998	+	+	-	+	-
<i>Alona yara</i> Sinev & Elmoor-Loureiro, 2010	+	+	-	+	-
<i>Anthalona</i> cf. <i>simplex</i> Van Damme & Dumont, 2011	+	+	+	+	-
<i>Anthalona verrucosa</i> (Sars, 1901)	+	+	+	-	-
<i>Camptocercus australis</i> Sars, 1896	+	+	+	+	+
<i>Coronatella</i> cf. <i>poppei</i> (Richard, 1897)	-	-	-	+	-
<i>Coronatella monacantha</i> (Sars, 1901)	+	+	+	+	-
<i>Coronatella</i> cf. <i>rectangula</i> (Sars, 1861)	-	-	-	+	-
<i>Euryalona brasiliensis</i> Brehm & Thomsen, 1936	+	-	-	-	-
<i>Euryalona orientalis</i> (Daday, 1898)	+	+	+	+	+
<i>Graptoleberis occidentalis</i> Sars, 1901	+	+	+	+	-
<i>Karualona muelleri</i> (Richard, 1897)	+	+	+	+	-
<i>Kurzia polyspina</i> Hudec, 2000	+	+	+	+	-
<i>Leberis davidi</i> (Richard, 1895)	+	+	+	+	+
<i>Leydigia striata</i> Berabén, 1939	+	+	-	-	-
<i>Leydigiopsis ornata</i> Daday, 1905	+	+	+	+	-
<i>Nicsmirnovius</i> cf. <i>fitzpatricki</i> (Chien, 1970)	+	+	+	+	+
<i>Notoalona sculpta</i> (Sars, 1901)	+	+	+	+	-
<i>Ovalona</i> sp n.	+	-	+	+	+
<i>Oxyurella ciliata</i> Bergamin, 1939	-	+	-	+	-
<i>Oxyurella longicaudis</i> (Birge, 1910)	+	-	+	+	-
<i>Parvalona parva</i> (Daday, 1905)	-	-	-	+	-
Chydorinae					
<i>Alonella clathratula</i> Sars, 1896	-	+	-	-	-
<i>Alonella dadayi</i> Birge, 1910	+	+	+	+	+
<i>Alonella lineolata</i> Sars, 1901	-	-	-	+	-
<i>Chydorus</i> cf. <i>sphaericus</i> sens. lat.	+	-	-	-	-
<i>Chydorus dentifer</i> Daday, 1905	+	-	-	+	-
<i>Chydorus ventricosus</i> Daday, 1898	+	+	+	+	+
<i>Chydorus nitidulus</i> (Sars, 1901)	+	+	-	+	-
<i>Chydorus parvireticulatus</i> Frey, 1987	+	-	-	-	-

<i>Chydorus pubescens</i> Sars, 1901	+	+	+	+	+
<i>Chydorus</i> sp n1 (?)	+	-	-	+	-
<i>Dadaya macrops</i> (Daday, 1898)	+	+	-	+	-
<i>Disparalona</i> cf. <i>hamata</i> (Birge, 1879)	-	-	-	-	+
<i>Disparalona leptorhyncha</i> Smirnov, 1996	+	-	-	-	-
<i>Dunhevedia colombiensis</i> Stingelin, 1913	-	+	+	+	-
<i>Dunhevedia crassa</i> King, 1853	-	+	+	-	-
<i>Dunhevedia odontoplax</i> Sars, 1901	+	+	+	+	-
<i>Ephemeroporus barroisi</i> (Richard, 1894)–group	-	-	-	-	+
<i>Ephemeroporus</i> cf. <i>acanthodes</i> Frey, 1982	-	-	-	+	-
<i>Ephemeroporus hybridus</i> (Daday, 1905)	+	+	-	+	+
<i>Ephemeroporus tridentatus</i> (Bergamin, 1939)	+	+	-	+	+
<i>Pseudochydorus globosus</i> (Baird, 1850)	+	-	+	+	-
Richness	37	31	24	37	13

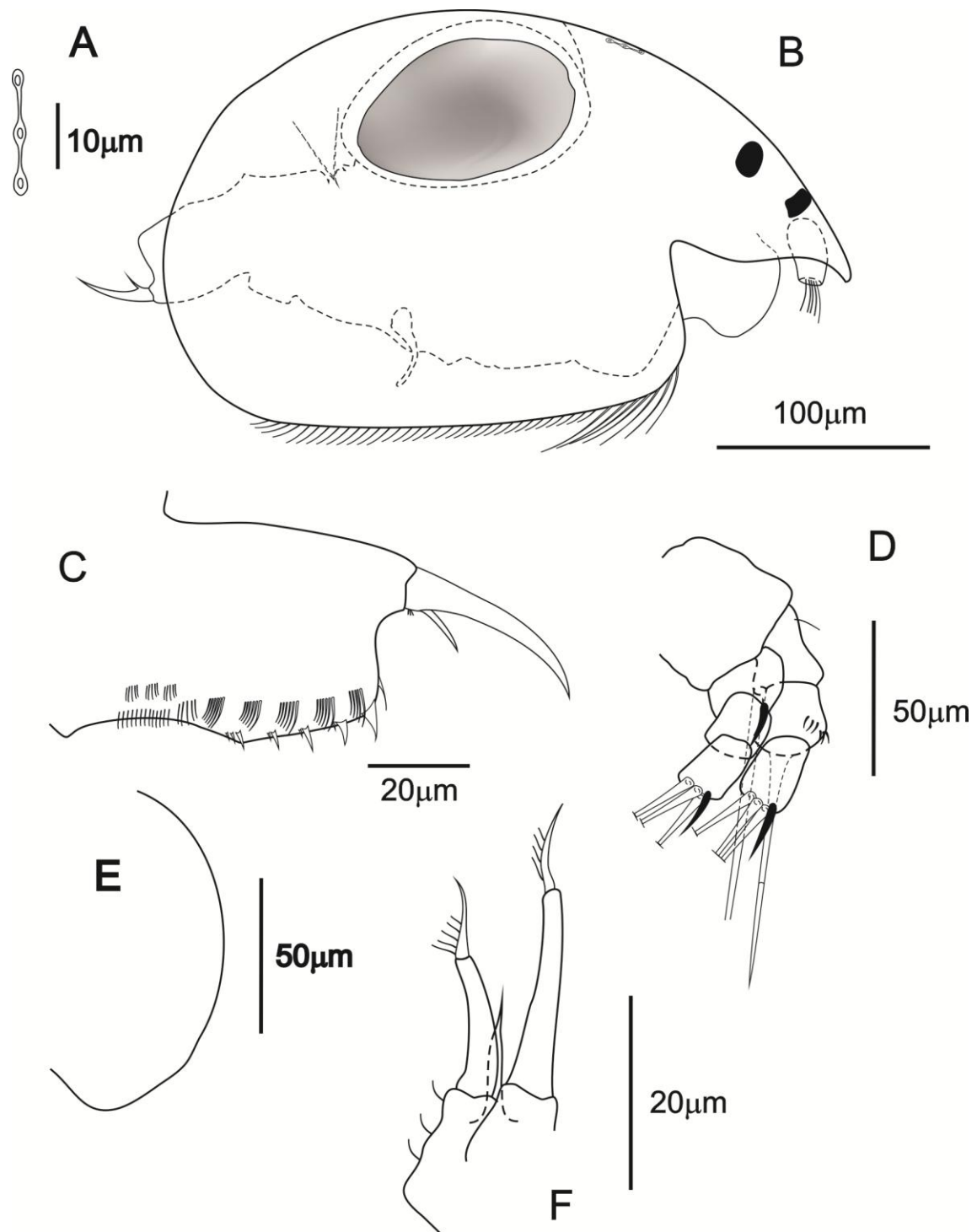


Figure 1. *Ovalona* sp. n. A: head pores; B: general view; C: post-abdomen; D: antenna II; E: labral quill; F: IDL of first limb.

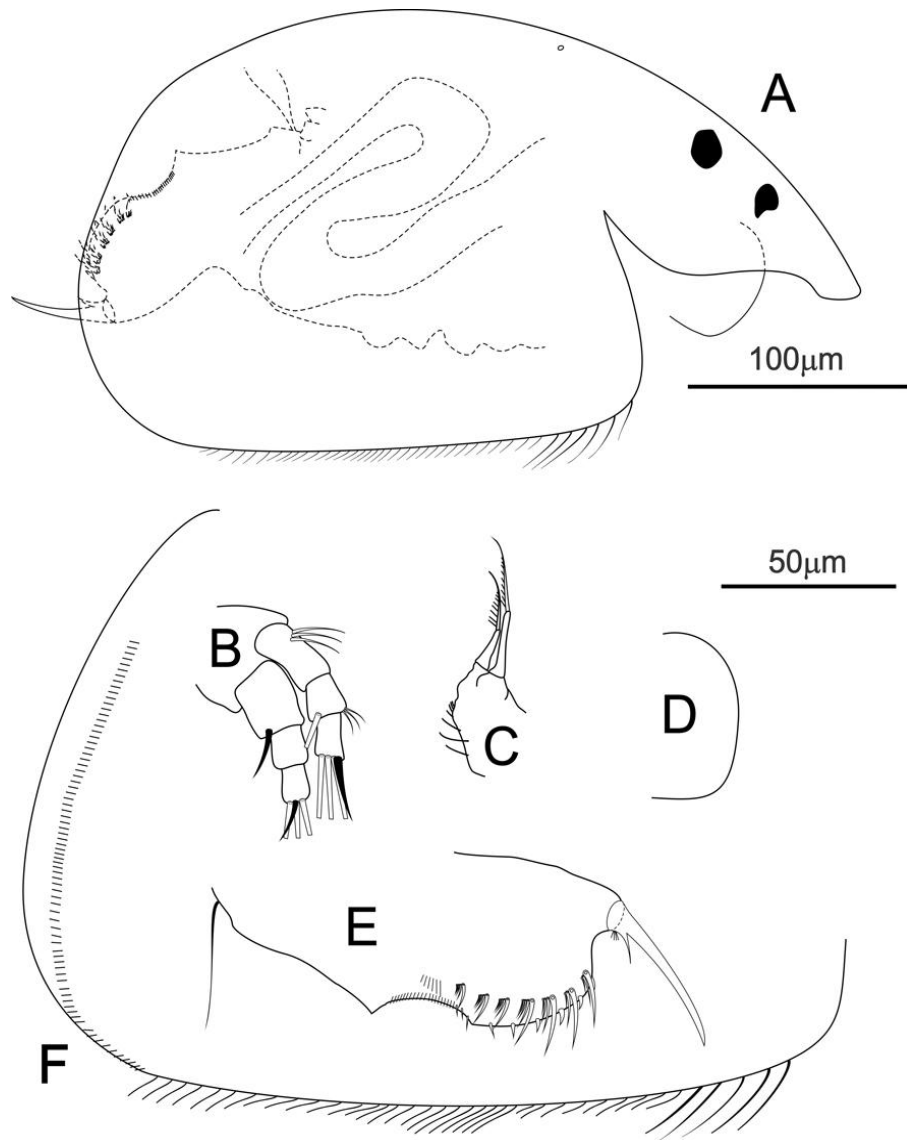


Figure 2. *Anthalona cf. simplex*. A: general view; B: antenna II; C: IDL of first thoracic limb; D: labral plate without denticle; E: post-abdomen; F: Ventral and posterior margins of carapace. Scale bar: 100µm for A, 50µm for B-F.

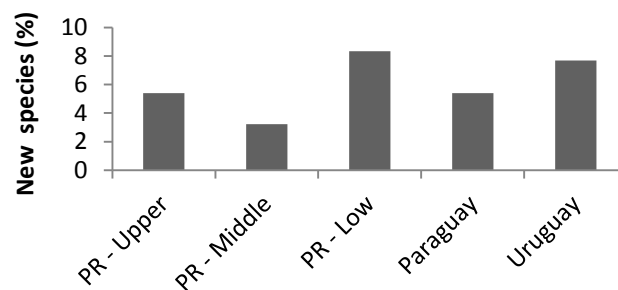


Figure 3. Percentage of proposed new taxa in each sub-basin's sampled richness. PR = Paraná.

Discussion:

The proposal of two new species of Chydoridae in the Río de La Plata basin is based on the morphological similarities and dissimilarities of the collected individuals.

The *Ovalona*-like taxon showed ovoid body, arched, no posteroventral notch on valves, three main head pores and minute lateral, labrum with naked keel, postabdomen relatively short and robust with deep pre-anal portion and short, unmerged marginal denticles, P3 with seven setae in exopodite as described for the genus by Van Damme e Dumont (2008). There are two known species of this genus, *O. weinecki* (Studer, 1878) – with sub-Antarctic distribution and *O. meridionalis* (Sinev, 2006), from Africa. The post-abdomen of the individuals collected in the *Río de La Plata* basin does not corroborate any of these species and, thus, it is legit to propose a new species that require further investigation.

In the case of the *Anthalona simplex*-like taxa, all coarse morphological characteristics are similar, but as this taxa is considered basal in the *Anthalona* evolutionary line and the cosmopolitanism of Cladocera does not seem to be a good explanation nowadays, the investigation of fine characteristics, for instance all thoracic limbs, is needed and under development. This investigation will allow us to better understand the relation of South American (this study) and African (original description – Van Damme *et al.*, 2011) taxa and infer their taxonomic positioning.

The results showed a relatively high contribution of the above cited taxa to the communities in the Río de La Plata basin.

The presence of the two possible new species in the Paraná sub-basin counteracted our hypothesis. Their lower contribution when compared to other regions was due to a higher cladoceran richness in the basin, especially in the middle Paraná

stretch. This indicates that there is still some work to be done in the regions around research centers.

In the other hand, the expected presence of new taxa in the Paraguay sub-basin was confirmed. The wetland-floodplain system in this area has some similarities with the fluvial system of the middle Paraná sub-basin, which has high richness. In this line of thought the Paraguay sub-basin (and especially the Pantanal) may be a hotspot of biodiversity in urgent need of investigation. This type of data helps to support the decision making process on the determination of preservation/conservation priority areas and must be readily available with easy access through the scientific literature.

There may be questioning about the sampling effort applied in this particular research, once it was geographically high, but chronologically poor; nonetheless, it was enough to highlight how Cladocera taxonomy in South America is a shadier research field when compared to other continents. Nonetheless, it is worth citing the work of Sinev and Kotov (2012), which found new taxa in Thailand, the most studied region of Indochina. Thus, the “want of taxonomy resolution” can be considered a worldwide phenomenon.

The resolution of identification, rather than the number of studies, seems to be the key factor determining the presence of these taxa. This can explain the relative lack of influence of the “expected level of knowledge” on the finding of new species and highlight the excruciating need of taxonomists in South American Science.

Conclusions:

The resolution applied to the Cladocera identification in the Río de La Plata basin (and in some other regions) is the key factor on the finding of new species.

By using high resolution identification is possible to find new taxa even in well studied regions.

This type of identification can help to support the decision making processes regarding priority areas of preservation/conservation.

Bibliography:

JOSÉ DE PAGGI S. & PAGGI J. C., 2007. Zooplankton. In: IRIONDO, M.; PAGGI, J.C. & PARMA, J. (Eds.). **The Middle Paraná River: Limnology of a Subtropical Wetland**. Springer - Verlag. Berlin, Heidelberg, Germany. pp. 229–249.

ELMOOR-LOUREIRO, LMA, 1997. Manual de identificação de Cladóceros límnicos do Brasil. Universia, Brasilia. 156p.

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. *Ann. Limnol.* - *Int. J. Lim*, 42(4): 277 - 288.

SINEV, AY & KOTOV, AA, 2012. New and rare Aloninae (Cladocera: Anomopoda: Chydoridae) from Indochina. *Zootaxa*, 3334: 1–28 (2012)

SMIRNOV, NN, 1996. Cladocera: the Chydorinae and Sayciinae (Chydoridae) of the World. In.: Dumont, HJ (Ed.). **Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World 11**. SPB Academic Publishing, The Netherlands. 195p.

VAN DAMME, K. & DUMONT, HJ., 2008. Further division of *Alona* Baird, 1843: separation and position of *Coronatella* Dybowski & Grochowski and *Ovalona* gen.n. (Crustacea: Cladocera). *Zootaxa*, 1960: 1–44.

VAN DAMME, K. AND DUMONT, HJ., 2010. Cladocera of the *Lençóis Maranhenses* (NE - Brazil): faunal composition and a reappraisal of Sars' Method. *Braz. J. Biol.*, 2010, vol. 70, no. 3 (suppl.), p. 755-779.

VAN DAMME, K, SINEV, AY & DUMONT, HJ, 2011. Separation of *Anthalona* gen. n. from *Alona* Baird, 1843 (Branchiopoda: Cladocera: Anomopoda): morphology and evolution of scraping stenothermic alonines. *Zootaxa*, 2875: 1-64.

Montagem panorâmica de fotos dos pontos de coleta



UHE São Simão, bacia do rio Paraná, sub-bacia Parnaíba.



UHE Água Vermelha, bacia do rio Paraná, sub-bacia Grande.



UHE Furnas, bacia do rio Paraná, sub-bacia Grande.



UHE Ilha Solteira, bacia do rio Paraná.



UHE Barra Bonita, bacia do rio Paraná, sub-bacia Tietê.



UHE Três Irmãos, bacia do rio Paraná, sub-bacia Tietê. Fitofisionomia:



UHE Jurumirim, bacia do rio Paraná, sub-bacia Paranapanema.



UHE Rosana, bacia do rio Paraná, sub-bacia Parapanema.



UHE Itaipu. Bacia do rio Paraná.



UHE Salto Caxias, bacia do rio Paraná, sub-bacia Iguaçu.



UHE Yacyreta, bacia do rio Paraná.



Rio Paraná Médio 1, bacia do rio Paraná.



Rio Paraná Médio 2, bacia do rio Paraná.



Rio Paraná Baixo 1, bacia do rio Paraná.



Rio Paraná Baixo 2, bacia do rio Paraná.



Rio Paraná Baixo 3, bacia do rio Paraná.



Rio Paraguai Alto, bacia do rio Paraguai.



Rio Paraguai Médio, bacia do rio Paraguai.



Rio Paraguai Baixo, bacia do rio Paraguai.



Rio Uruguai Médio, bacia do rio Uruguai.



UHE Salto Grande, bacia do rio Uruguai.



Rio Uruguai Baixo, bacia do rio Uruguai.



Rio da Prata, bacia do Rio da Prata.

Metodologias de coleta e trabalhos de campo:



Rede tipo puçá para obtenção de amostras dentro dos bancos de macrófitas.



Concentração das amostras obtidas com rede tipo puçá.



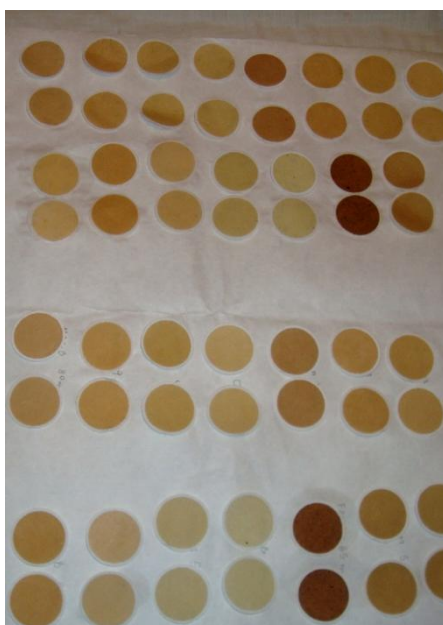
Arrastos horizontais para obtenção de amostras quantitativas.



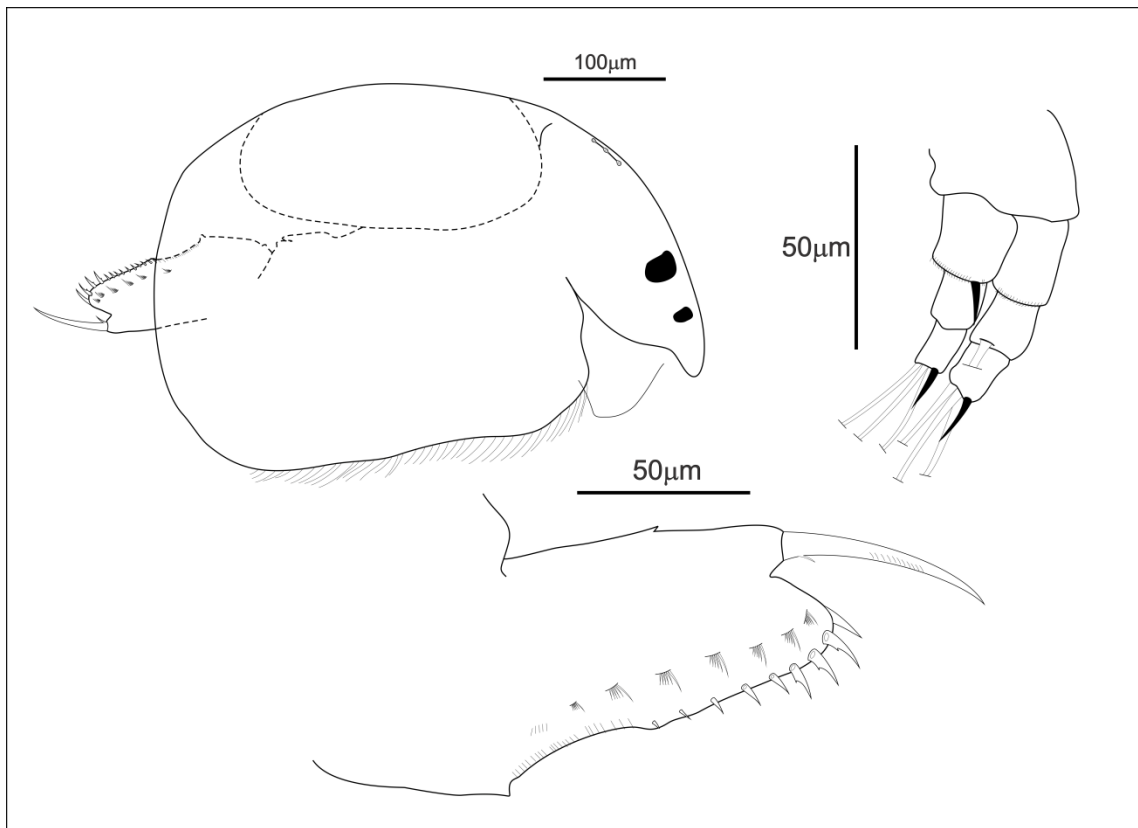
Obtenção de variáveis limnológicas através de Sonda Eureka Manta 2.



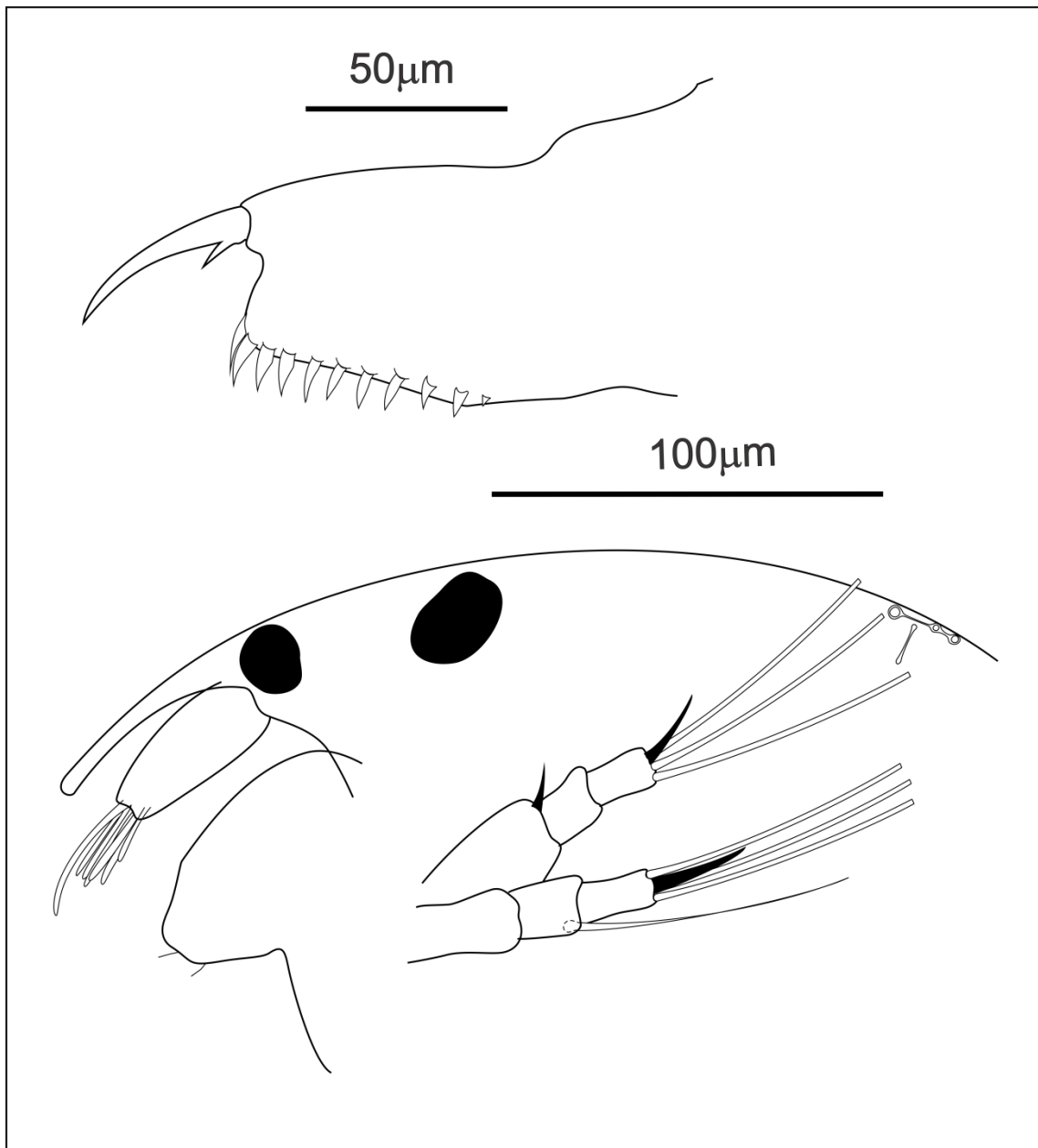
Acesso aos pontos de coleta com caminhonete e barco motorizado.



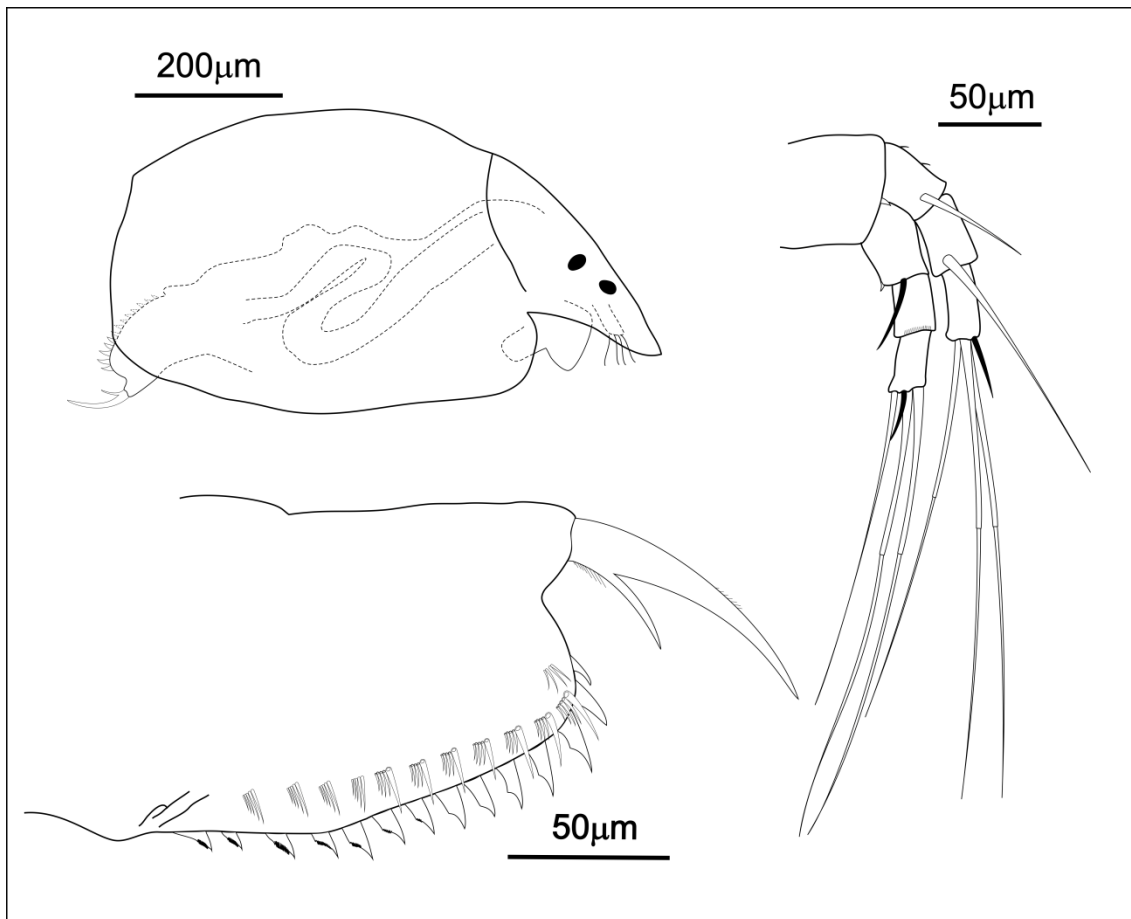
Filtros para quantificação do material em suspensão e clorofila *a* (planctônica e perifítica) à esquerda. Método de extração do perifíton à direita.



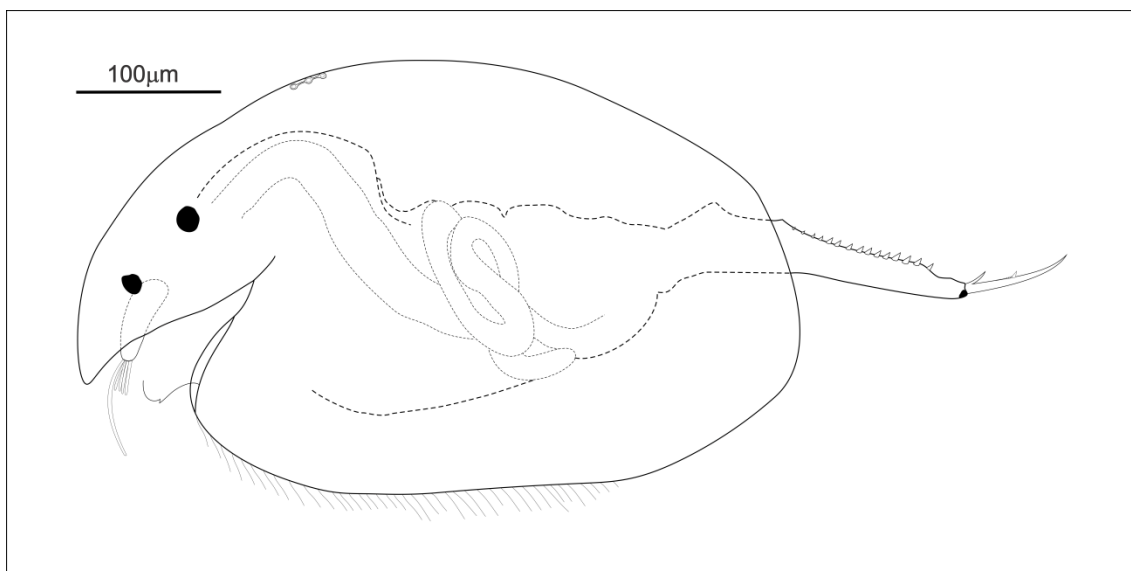
Alona glabra



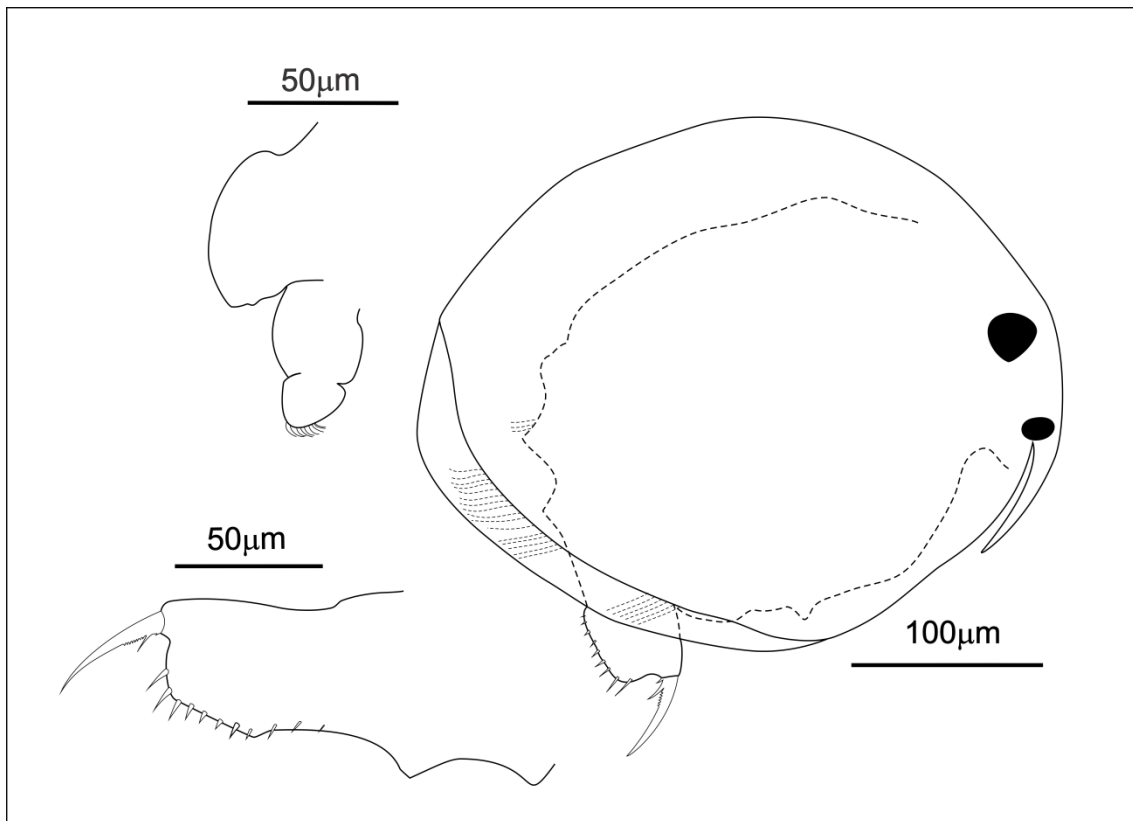
Alona iheringula



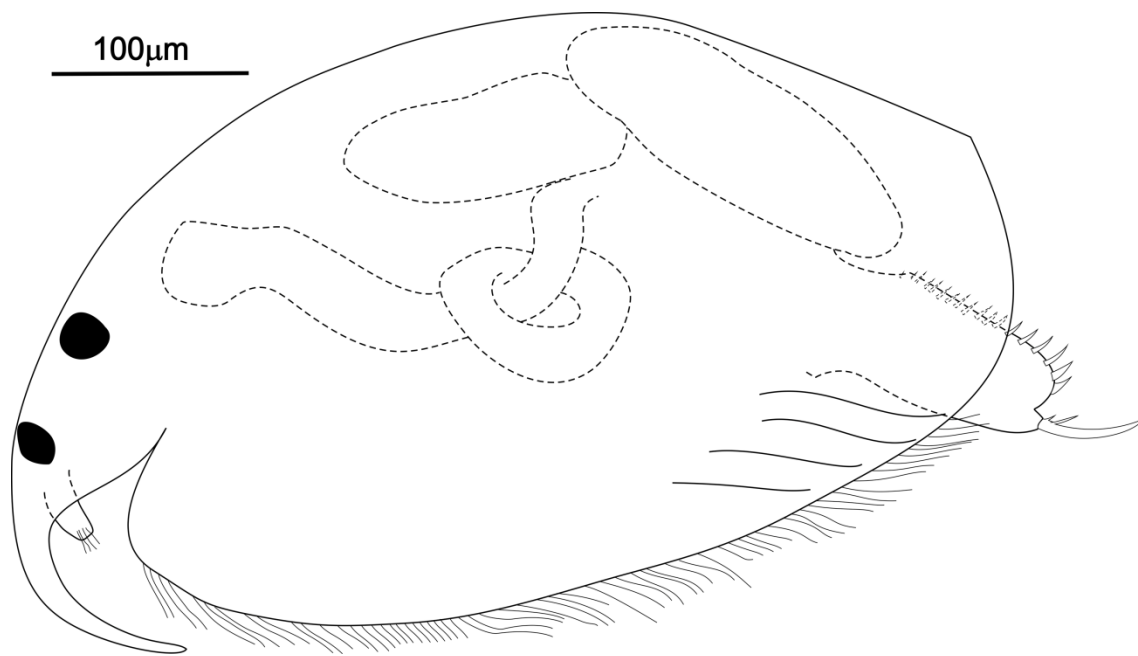
Alona ossiani



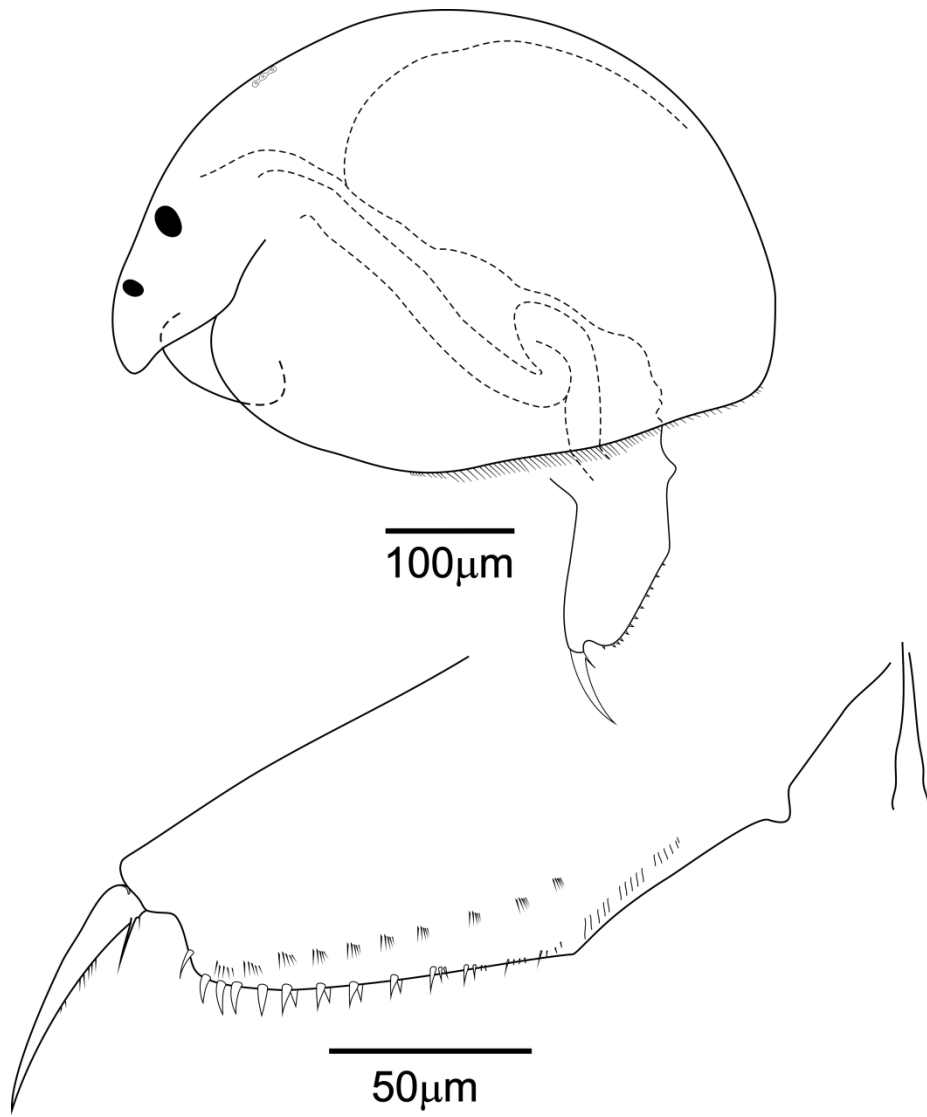
Camptocercus australis



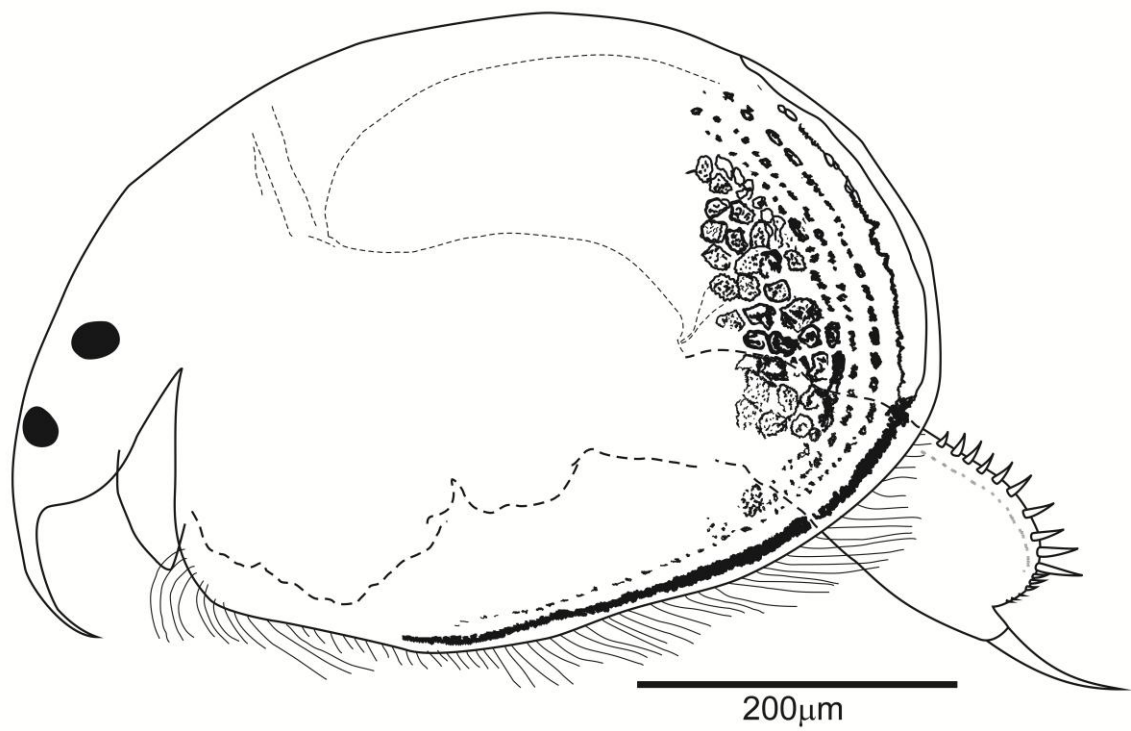
Chydorus eurynotus



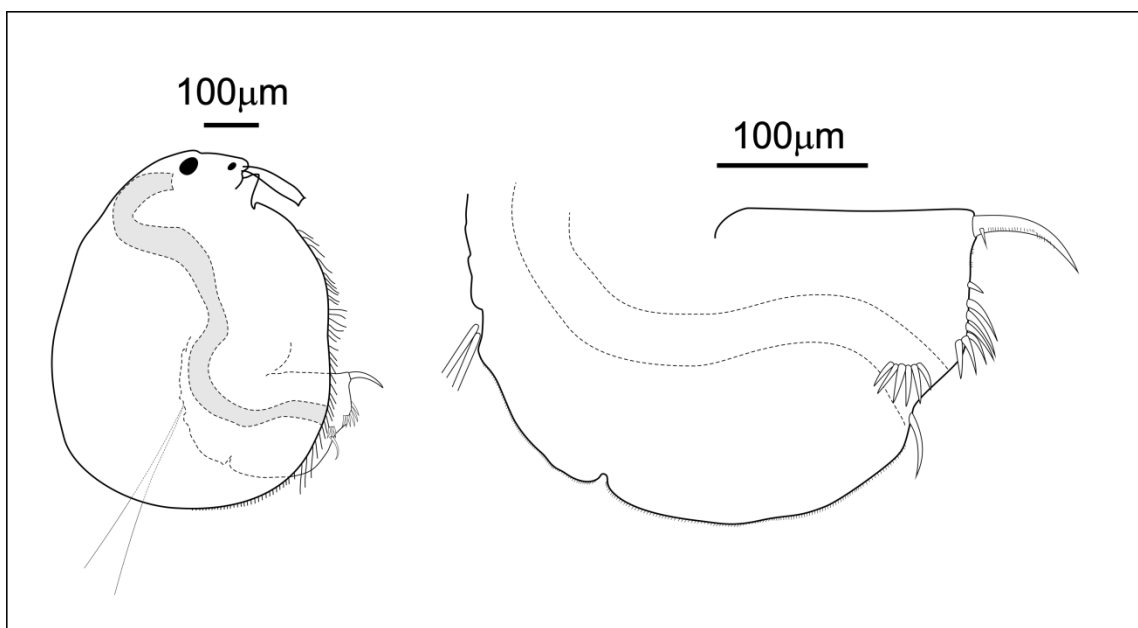
Disparalona leptorhyncha



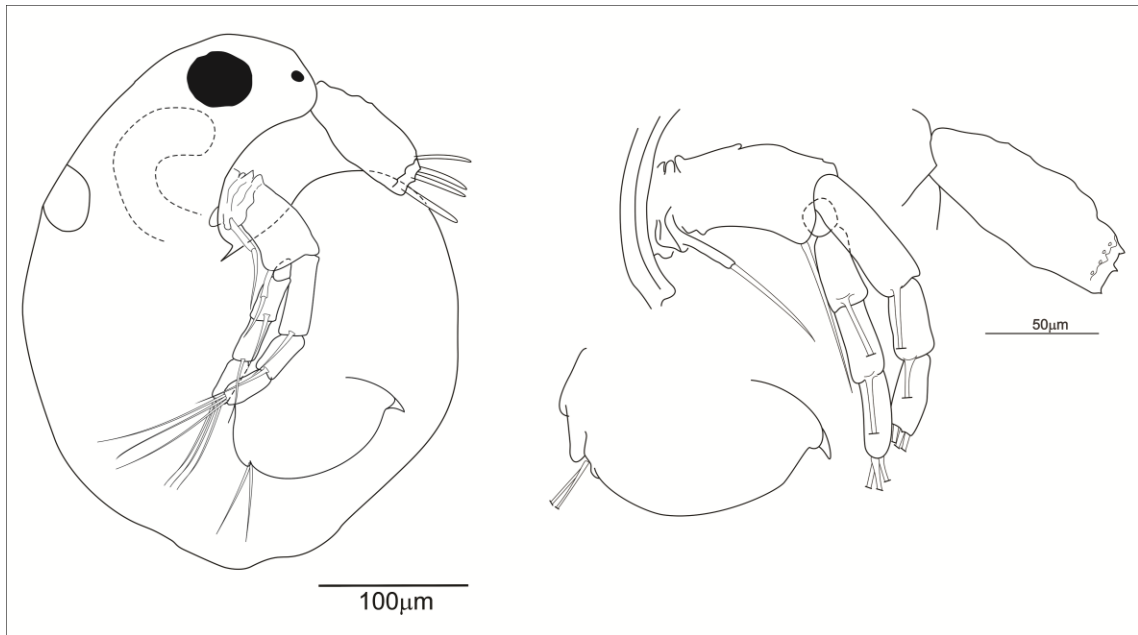
Leberis davidi



Leydigopsis ornata



Grimaldina brazzai



Guernella raphaelis