

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

KARIN DE PAULA REIS

**BIODIVERSIDADE DE COMUNIDADES ZOOPLANCTÔNICAS EM LAGOAS
SALINAS E DE ÁGUA DOCE DO PANTANAL SULMATOGROSSENSE:
ASPECTOS TAXONÔMICOS, FUNCIONAIS E ECOLÓGICOS**

São Carlos – SP

2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

**Biodiversidade de Comunidades Zooplanctônicas em Lagoas Salinas e de Água
Doce do Pantanal Sulmatogrossense: Aspectos Taxonômicos, Funcionais e
Ecológicos**

Karin de Paula Reis

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Ciências, área da concentração em Ecologia e Recursos Naturais.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Odete Rocha

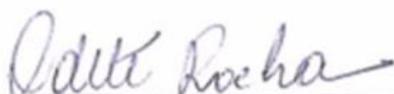
São Carlos –SP

2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação Ecologia e Recursos Naturais

Folha de aprovação

Assinatura dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Doutorado da candidata Karin de Paula Reis, realizada em 09/03/2020.



Profa. Dra. Odete Rocha
UFSCar



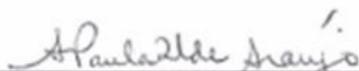
Profa. Dra. Adrislaine da Silva Mansano Dornfeld
UFSCar



Profa. Dra. Raquel Aparecida Moreira
USP



Prof. Dr. Evaldo Luiz Gaeta Espíndola
USP



Profa. Dra. Ana Paula Ulian de Araújo
USP

*Dedico este trabalho ao meu irmão
Aleksander (in memoriam) que sempre
me apoiou e não pôde esperar a
conclusão de mais este sonho.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço à professora Dra. Odete Rocha por sua dedicação e carinho durante a orientação. Pelas imensas contribuições durante a realização deste trabalho, que estimularam ainda mais o meu interesse pelo zooplâncton.

À CAPES pelo apoio financeiro, por meio da concessão da bolsa de Doutorado.

Às doutorandas Cíntia Bruno Abreu e Karime de Araujo Paina, ao Prof. Dr. Hugo Miguel Preto de Moraes Sarmiento e Profa. Dra Marli de Fátima Fiore, pela oportunidade de cooperação dentro do projeto de pesquisa “Mudança climática e impactos ambientais nos corpos d’água do Pantanal: quantificação, fatores de controle e previsão de longo prazo” - Processo 2016/14227-5, FAPESP.

À Profa. Dra Maria José dos Santos Wisniewski (Zezé) por ter me apresentado o mundo da Limnologia e da Pesquisa Científica. Seus ensinamentos foram valiosos e irei levá-los para toda vida.

Aos que tornaram os dias mais leves e divertidos ao longo deste doutorado: Douglas, Matheus e Tainá, obrigada por fazer essa fase mais feliz. Aguentaram-me nos momentos de estresse e me salvaram nas horas de desespero.

À Erika dos Santos amiga de uma vida, pelo apoio e contribuições científicas, que apesar do passar do tempo, nossa amizade continuar a mesma.

Às amigas que a graduação me deu Dri e Mari, Du (você também veio no pacote que bom!), obrigada pelas conversas, ideias e desabafos.

Aos amigos do DEBE, pelos momentos de descontração: Adrislaine, Dani, Diego, Mari, Maíra, Neto e Raquel. Obrigada pelas conversas e pela ajuda!

À Denise, Fer, Lidi, Marcos e Roberta pelas ajudas, bate-papo e amizade.

Aos amigos do flag Ak, Carol, Carmen, Guetto, Mari, Geo e Neto sem vocês não teria sido tão divertido.

Ao José Valdecir de Lucca (Zezinho) e ao Luiz Aparecido Joaquim pela boa vontade sempre demonstrada nos trabalhos técnicos realizados em vários momentos durante esta pesquisa.

A todos os funcionários e estagiários do Depto. de Ecologia e Biologia Evolutiva da UFSCar.

Aos meus pais, Angélica e Marco, por ficarem ao meu lado em todos os momentos, por demonstrarem o seu amor incondicional, pelos seus conselhos que me guiaram e continuarão a me guiar por toda a minha vida.

Aos meus amados irmãos Jéssica, Aleksander, Ana Luiza e Marcos Vinícius.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

A Deus pelo fantástico mistério da vida e constante presença e proteção.

*“Não se pode criar experiência.
É preciso passar por ela.”*

Albert Camus

RESUMO

Em um ecossistema, seus principais componentes e fatores abióticos interagem e juntos, de alguma forma, atingem estabilidade funcional. Não só o corpo de água é o habitat onde as comunidades locais, mas estas também o transformam, tornando cada ecossistema aquático único, especialmente em relação às interações. O zooplâncton é considerado um dos principais elos entre os produtores primários planctônicos e os consumidores de níveis tróficos superiores nas redes tróficas dos ecossistemas aquáticos. No presente estudo foram estudadas a composição taxonômica e a diversidade funcional das comunidades zooplanctônicas de seis salinas e uma baía do Pantanal da Nhecolândia, MS, Brasil. A comunidade zooplanctônica teve baixa riqueza de espécies e elevada densidade populacional de espécies consideradas resistentes, como o rotífero *Brachionus dimidiatus*. Em 2017, período seco, a riqueza de espécies foi muito baixa nas salinas, exceto na salina SR07, de menor salinidade e pH, em que a riqueza foi maior e similar à observada em todas as salinas no período chuvoso de 2018 e 2019. As espécies registradas foram caracterizadas em relação a seus papéis funcionais nas comunidades zooplanctônicas das salinas e baía do Pantanal aqui estudadas. A análise da diversidade funcional do zooplâncton das salinas permitiu identificar sete grupos funcionais, sendo os grupos G1 (herbívoro litorâneo suspensívoro C, de reprodução assexuada) e o grupo G7 (herbívoro pelágico suspensívoro C, de reprodução assexuada), que foram os grupos mais abrangentes em espécies. Dado o pequeno tamanho e profundidade dos corpos de água, a presença de 7 grupos funcionais no zooplâncton das salinas, apesar da baixa riqueza, é um resultado relevante. Na Baía do Gerente um lago de água doce, a comunidade zooplanctônica foi notavelmente diversificada, com 58 espécies (23 Rotifera, 28 Cladocera e 3 Copepoda), a maioria com ocorrência comum em águas doces do Pantanal. O ciclo de vida de quatro espécies, *Chydorus nitidulus*, *C. eurynotus*, *Macrothrix spinosa* e *Metacyclops mendocinus*, foram estudados. O DNA barcode de três espécies de Cladocera, os primeiros para exemplares oriundos Pantanal, foram caracterizados e depositados no Genbank, e comparadas com espécies do mesmo grupo, provenientes da região Neotropical e de outras partes do mundo.

Palavras-chave: Salinas do Pantanal, Zooplâncton., Bionomia, Diversidade funcional DNA Barcoding, Cladocera Chydoridae, Copepoda Cyclopoida.

ABSTRACT

In an ecosystem its main components, biotic and abiotic, operate and somehow together reach functional stability. Not only the water body is the local where communities live, but these also transform the environment in what it is, making each aquatic ecosystem unique, especially regarding interactions. The zooplankton is considered one of the main links between planktonic primary producers and consumers of higher trophic levels in the food webs of aquatic ecosystems. In the present study the taxonomical composition and functional diversity of zooplankton communities of six saline lakes and one freshwater lake of Nhecolândia, Pantanal, MS, Brazil. The saline lakes are extreme environments with high salinity and alkaline pH. Their zooplankton community had low richness of species and high population densities of resistant species as the rotifer *Brachionus dimidiatus*. In 2017 samplings, during dry season species richness was very low in saline lakes, with exception of saline lake SR07 with lowest salinity and pH, which had higher richness similar to that observed in all saline lakes sampled in the rainy periods of 2018 and 2019. Analysis of zooplankton functional diversity in saline lakes allowed the identification of 7 functional groups, being groups G1 (herbivorous littoral suspensivorous C with sexual reproduction) and group 7 (herbivorous pelagic suspensivorous C with asexual reproduction) those including more species. Considering the small sizes of the water bodies studied the occurrence of seven functional groups is relevant. Gerente Bay, a freshwater lake in the same region had a diversified zooplankton community with 58 species (23 Rotifera, 28 Cladocera and 3 Copepoda), of common occurrence in Pantanal freshwaters. The life cycle of four species, *Chydorus nitidulus*, *C. eurynotus*, *Macrothrix spinosa* and *Metacyclops mendocinus* were studied in the laboratory. DNA barcode of three species of Cladocera, the first for zooplankton species of Pantanal were characterized, deposited in Genbank and compared with species from the Neotropical region and from other regions in the world.

Keywords: Pantanal Salt Lakes; Zooplankton; Bionomy, Functional diversity; DNA Barcoding; Cladocera Chydoridae, Copepoda Cyclopoida.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Localização e compartimentação do Pantanal Matogrossense.....	24
Figura 2 Vista aérea do Pantanal da Nhecolândia, período de outubro de 2017.....	25
Figura 3 Vista aérea do Pantanal da Nhecolândia, período de agosto de 2018.....	25
Figura 4 Aspecto geral de <i>Chydorus nitidulus</i> (Cladocera Chydoridae).	30
Figura 5 Aspecto geral do Chydorideo <i>Chydorus eurynotus</i>	30
Figura 6 Aspecto geral do Macrothricideo <i>Macrothrix spinosa</i>	31
Figura 7 Aspecto geral do Copepoda Cyclopoida <i>Metacyclops mendocinus</i>	31
Figura 8 Vista geral dos cultivos mantidos em incubadora.	32
Figura 9 Vista geral das redes.	33
Figura 10 Visão geral do experimento de ciclo de vida das espécies <i>Chydorus nitidulus</i> , <i>Chydorus eurynotus</i> Sars, <i>Macrothrix spinosa</i> e <i>Metacyclops mendocinus</i>	34
Figura 11 Visão geral das placas multicelulares utilizadas para cultivo dos náuplios de <i>Metacyclops mendocinus</i>	35
Figura 12 Riqueza de espécies das comunidades zooplanctônicas das salinas.....	43
Figura 13 Abundância relativa dos principais grupos componentes do zooplâncton... 44	
Figura 14 Densidade (ind. / m ³) dos principais grupos no zooplâncton.	45
Figura 15 Análise de Correspondência Canonica entre a abundância dos organismos zooplanctônicos e das variáveis físicas e químicas das Salinas.	46
Figura 16 Dendrograma funcional.....	48
Figura 17 Valores de diversidade funcional registrados nas Salinas.....	49
Figura 18 Índices de diversidade funcional registrados nas Salinas	50
Figura 19 Abundância dos grupos funcionais da comunidade zooplanctônica.....	51
Figura 20 Análise de Correspondência dos grupos funcionais da comunidade zooplanctônica e das variáveis físicas e químicas das Salinas	52

Figura 21 Análise de Correspondência dos traços funcionais das espécies da comunidade zooplanctônica e das Salinas.	53
Figura 22 <i>Alona isabellae</i> , aspecto geral e pós-abdome.....	55
Figura 23 <i>Ephemeroporus tridentatus</i> , aspecto geral, pós-abdome e labro.....	55
Figura 24 Aspecto geral dos Rotíferos <i>Ptygura</i> sp. e <i>Brachionus caudatus</i>	56
Figura 25 Riqueza de espécies das comunidades zooplanctônicas na Baía do Gerente.....	58
Figura 26 Abundância dos principais grupos no zooplâncton na Baía do Gerente.....	59
Figura 27 Densidade (ind. / m ³) dos principais grupos no zooplanctônicos na Baía do Gerente.....	59
Figura 28 <i>Chydorus nitidulus</i> , visão geral e pós-abdome.....	61
Figura 29 <i>Chydorus eurynotus</i> , visão geral e pós-abdome.. ..	61
Figura 30 Curva logística do crescimento individual de <i>Chydorus nitidulus</i>	62
Figura 31 Curva logística do crescimento individual de <i>Chydorus eurynotus</i>	62
Figura 32 Árvore de identificação inferida por <i>neighbor joining</i>	64
Figura 33 Vista geral de <i>Macrothrix spinosa</i>	67
Figura 34 Curva logística do crescimento individual de <i>Macrothrix spinosa</i>	67
Figura 35 Árvore de identificação inferida por <i>neighbor joining</i>	68
Figura 36 Desenvolvimento naupliar de <i>Metacyclops mendocinus</i>	71
Figura 37 Desenvolvimento do estágio de copepodito no Copepoda Cyclopoida <i>Metacyclops mendocinus</i>	71
Figura 38 Espécimes adultos de <i>Metacyclops mendocinus</i>	72
Figura 39 Curva logística do crescimento individual de machos e fêmeas de <i>Metacyclops mendocinus</i>	73
Figura 40 Imagens das Salinas Redondas com gramíneas na campanha de 2019.. ..	75
Figura 41 Forma geral do corpo e pós-abdômen de <i>Chydorus nitidulus</i> da lagoa Baía do Gerente e do material original usado na descrição das espécies por Sars 1901. B, ilustrações feitos por Frey (1982).	85

Figura 42 Forma geral do corpo, segunda antena e pós-abdômen de <i>Chydorus eurynotus</i> do lagoa Baía do Gerente e desenhos de o material original usado na descrição dessa espécie por Sars (1901), fabricado por Paggi (1972).....	86
Figura 43 Forma geral do corpo de <i>Macrothrix spinosa</i> da salina SR05 e desenho feito por Smirnov (1992) em seu trabalho usando o material original do Lake Narran, New South Wales, Australia.....	91
Figura 44 Ilustrações <i>Macrothrix spinosa</i> da salina SR05 e desenhos do material original feito por Smirnov (1992) em seu trabalho usando o material original de Itatiba.....	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Coordenadas dos sete corpos d'água estudados, Nhecolândia Pantanal	28
Tabela 2 Características físicas e químicas das seis Salinas amostradas.	40
Tabela 3 Ocorrência dos grupos taxonômicos das comunidades zooplanctônicas de seis salinas do Pantanal da Nhecolândia.	42
Tabela 4 Riqueza, ocorrência e valores do Índice de Constância de Dajoz (ICD) dos grupos Cladocera, Copepoda e Rotifera.....	57
Tabela 5 Principais parâmetros do ciclo de vida de <i>Chydorus nitidulus</i> e <i>Chydorus eurynotus</i>	60
Tabela 6 Distância genética de K2P entre as sequências COI de <i>Chydorus nitidulus</i> e <i>Alonella</i> spp, <i>Pleuroxus</i> spp e <i>Ephemeroporus</i> spp.....	65
Tabela 7 Principais parâmetros do ciclo de vida de <i>Macrothrix spinosa</i>	66
Tabela 8 Distância genética de K2P entre as sequências COI de <i>Macrothrix spinosa</i> , <i>Macrothrix elegans</i> e <i>Macrothrix</i> sp.....	69
Tabela 9 Parâmetros do ciclo de vida de <i>Metacyclops mendocinus</i> (Copepoda: Cyclopoida).	70
Tabela 10 Comparação dos parâmetros do ciclo de vida obtidos para <i>Chydorus nitidulus</i> e <i>Chydorus eurynotus</i> (deste estudo) e por diferentes autores (dados da literatura).	87
Tabela 11 Comparação dos parâmetros do ciclo de vida obtidos para <i>Macrothrix spinosa</i> (deste estudo) e por diferentes autores (dados da literatura).	93
Tabela 12 Comparação da duração do desenvolvimento embrionário e pós-embrionário (em dias) dos estágios de desenvolvimento de <i>Metacyclops mendocinus</i>	97

SUMÁRIO

1. Introdução	15
1.1 Comunidades zooplanctônicas	15
1.2 Diversidade funcional	18
1.3 Ciclo de vida e biologia molecular	19
1.4 Sistemas lacustres do Pantanal da Nhecolândia, MS.....	21
2. OBJETIVO	26
3. HipóteseS	27
4. MATERIAIS E Métodos.....	27
4.1 Local e período das amostragens.....	27
4.2 Medidas de Variáveis Físicas e Químicas da Água.....	28
4.3 Coleta e identificação da comunidade zooplanctônica	29
4.4 Manutenção de Cultivos de organismos zooplanctônicos	29
4.5 Avaliação dos desenvolvimentos embrionários e pós embrionários das espécies <i>Chydorus nitidulus</i> , <i>Chydorus eurynotus</i> Sars, <i>Macrothrix spinosa</i> e <i>Metacyclops mendocinus</i>	33
4.6 Análise dos dados	36
4.6.2 DNA barcode.....	38
5. Resultados.....	39
5.1 Características Físicas e Químicas dos Corpos de Água Amostrados em Seis Salinas no Pantanal da Nhecolândia - MS, Brasil.....	40
5.2 Composição, Distribuição e Abundância da Comunidade Zooplanctônica das Salinas na região da Nhecolândia- Pantanal Matogrossense, Brasil.....	41
5.3 Diversidade funcional da Comunidade Zooplanctônica das Salinas na região da Nhecolândia- Pantanal Matogrossense, Brasil.....	47
5.4 Composição e Abundância da comunidade zooplanctônica da baía do Gerente	

na região da Nhecolândia- Pantanal Matogrossense, Brasil.....	54
5.5 Ciclo de Vida e DNA barcode da espécie neotropical <i>Chydorus nitidulus</i> Sars, 1901 e <i>Chydorus eurynotus</i> Sars, 1901 (Cladocera, Anomopoda, Chydoridae)	60
5.6 Ciclo de vida e DNA barcode de <i>Macrothrix spinosa</i> (King, 1853) (Crustacea, Branchiopoda, Cladocera)	66
5.7 Ciclo de vida de <i>Metacyclops mendocinus</i> Wierzejski, 1892 (Copepoda Cyclopoida).....	70
6. Discussão.....	73
6.1 Composição, Distribuição, Abundância da Comunidade Zooplanctônica das Salinas na região da Nhecolândia- Pantanal Matogrossense, Brasil.....	73
6.2 Diversidade funcional da Comunidade Zooplanctônica das Salinas na região da Nhecolândia- Pantanal Matogrossense, Brasil.....	77
6.3 Composição e Abundância da comunidade zooplanctônica da Baía do Gerente na região da Nhecolândia- Pantanal Matogrossense, Brasil.....	82
6.4 Ciclo de Vida e DNA barcode das espécies neotropicais <i>Chydorus nitidulus</i> Sars, 1901 e <i>Chydorus eurynotus</i> Sars, 1901 (Cladocera, Anomopoda, Chydoridae)	84
6.5 Ciclo de vida e DNA barcode de <i>Macrothrix spinosa</i> (King, 1853) (Crustacea: Branchiopoda: Cladocera)	90
6.6 Ciclo de vida de <i>Metacyclops mendocinus</i> (Wierzejski, 1892) (Copepoda Cyclopoida).....	96
7. Conclusões	98
Referências	101
Anexos	117

1. INTRODUÇÃO

1.1 Comunidades zooplanctônicas

As comunidades zooplanctônicas de água doce são compostas por pequenos organismos invertebrados (30 μm a 3 mm de comprimento) que vivem na coluna d'água, possuindo pouca ou nenhuma capacidade natatória sendo, portanto, frequentemente arrastados pela corrente de água. Os principais grupos constituintes desta comunidade são os protozoários, rotíferos, cladóceros e copépodos os quais são classificados como holoplanctônicos (aqueles que têm todo o seu ciclo de vida associado à coluna d'água). Outros grupos de invertebrados são também encontrados no zooplâncton, mas geralmente em menor número de espécies e menor abundância, como: moluscos, nematóides, ostrácodos e larvas, ninfas ou adultos de alguns insetos (TUNDISI, MATSUMURA-TUNDISI, 2008) são classificados como meroplanctônicos (vivem apenas uma parte da vida na coluna d'água) (WETZEL, 1993; ESTEVES, 2011).

Os Rotifera possuem tamanhos que geralmente variam de 30 a 2000 μm e são organismos eminentemente límnicos, embora algumas poucas espécies sejam capazes de tolerar condições ambientais extremas (SEGERS, 2007). As espécies do filo Rotifera possuem os mais diversos hábitos alimentares, grande capacidade de dispersão através de ovos de resistência e plasticidade fenotípica (SANTANGELO, 2009). Essa capacidade dos rotíferos de responderem a diferentes estímulos ambientais de maneiras distintas, ou seja, a capacidade dos organismos de alterar a sua fisiologia ou morfologia de acordo com as condições do ambiente possibilita que os rotíferos sustentem a maior parte da riqueza de espécies da comunidade zooplanctônica. São organismos oportunistas e com grande capacidade de adaptação aos mais diversos ambientes, tanto lênticos como lóticos (NOGRADY; SEGERS, 2002; SOUZA-SOARES, 2011).

Os cladóceros pertencentes à Classe Branchiopoda, atingem maiores tamanhos variando entre 0,2 a 3,0 mm, possuem um rápido desenvolvimento e sem fase larval. Os representantes dos cladóceros ocorrem tanto na região limnética quanto na litorânea dos corpos d'água. Podem ter diferentes hábitos alimentares dependendo da região onde ocorrem, como filtradores limnéticos, filtradores litorâneos e raspadores litorâneos (CASTILHO-NOLL et al., 2012). Sua reprodução também é por partenogênese e assim como os rotíferos a reprodução sexual só ocorre em resposta às condições ambientais

desfavoráveis. Algumas espécies dos gêneros *Daphnia* e *Moina* são utilizadas como fonte alimentar para peixes na fase larval por apresentarem elevado valor nutricional (SIPAÚBA-TAVARES; ROCHA, 2001).

As espécies de cladóceros da família Macrothricidae Norman e Brady, 1867 (Crustacea: Branchiopoda: Cladocera) são membros importante da comunidade zooplanctônica em todos os sistemas aquáticos continentais. Ocorrendo em grande abundância principalmente em regiões litorâneas e com presença de macrófitas (THOMAS, 1961; SACHEROVÁ; HEBERT 2003), e muitas vezes são organismos dominantes na comunidade (SMIRNOV, 1974; DUMONT, 1994). Portanto, são parte significativa na transferência de energia da cadeia trófica, sendo consumidores primários e presas de outros invertebrados e peixes (SARMA et al. 2005; ROCHA et al. 2011).

Dentre os Cladocera a família Chydoridae engloba uma das maiores diversidades de espécie dentro do grupo, sendo 53% das espécies de cladóceros do Brasil (ELMOOR-LOUREIRO, 2000) e 47% das espécies conhecidas de cladóceros no mundo (FORRÓ et al. 2008). São distinguidos dos demais cladóceros pela cabeça recoberta por um escudo, no qual os fórnices expandidos unem-se ao rostro bem desenvolvido (ELMOOR-LOUREIRO, 2010). São organismos que habitam principalmente a região litorânea dos ambientes de água doce, vivendo associados à vegetação aquática ou com o sedimento fino (FRYER, 1968).

Tanto os organismos da família Macrothricidae quanto os da família Chydoridae são associados a ambientes complexos com abundância de macrófitas e demais vegetações que podem ser encontradas nas margens de lagos e rios (SACHEROVÁ; HEBERT, 2003). A maior parte destes organismos se alimentam raspando o perifíton nas superfícies de macrófitas e sedimentos ou ingerindo pequenos protozoários e bactérias associadas a algas e outros substratos (GELLER; MÜLLER 1981; OOMS-WILMS et al. 1995). Possuem adaptações morfofuncionais que permitem a sobrevivência nesses ambientes (KOTOV, 2006) e se alimentam raspando as algas e partículas do substrato, possuindo um hábito alimentar diverso (FRYER, 1995). São predados por outros invertebrados e peixes, sendo assim, um elo importante na teia trófica (SARMA et al. 2005; ROCHA et al. 2011). Os Chydoridae são divididos em duas subfamílias: Aloninae e Chydorinae. Os organismos da subfamília Aloninae possuem maior tamanho comparados aos da sub-família Chydorinae, que tem corpo globular (SMIRNOV, 1974; SACHEROVÁ; HEBERT, 2003). Dentre os Chydorinae, as espécies

do gênero *Chydorus* constituem as mais abundantes e comuns nos ambientes aquáticos. Este gênero engloba cerca de 30 espécies distribuídas pelo mundo (SMIRNOV, 1996).

Um outro grupo representativo do zooplâncton nas águas doces são os Copepoda. Normalmente estão presentes em menor número de espécies nos corpos de água em que ocorrem quando comparados com os cládóceros e rotíferos, mas são extremamente numerosos em alguns ecossistemas aquáticos como nos lagos e represas da Amazônia (ROBERTSON; HARDY, 1984), lagos do vale do médio Rio Doce como o lago Dom Helvécio, MG. (OKANO, 1980; SANTOS-WISNIEWSKI, 1998) e na represa de Barra Bonita, SP. (ESPINDOLA, 1994; RIETZLER, 1995). Ocupam diversos habitats, como tanques, charcos, lagoas, lagos, represas, nascentes, riachos, córregos e rios. Possuem pequeno tamanho, com comprimento ou diâmetro variando desde menos de 1 até poucos mm. O desenvolvimento pós-embrionário dos Copepoda envolve diferentes instares em dois estágios ou fases, náuplio e copepodito, passando por grandes mudanças morfológicas (OKUMURA, 2011).

A reprodução dos copépodos é obrigatoriamente sexual, eles possuem dimorfismo sexual, desenvolvimento indireto, com diferentes estágios de crescimento. São classificados como um grupo cosmopolita, mas possuem espécies com distribuição restrita (WILLIAMSON; REID, 2009). Quanto à alimentação, podem ser herbívoros, onívoros, carnívoros ou detritívoros. Esses organismos além de várias guildas tróficas durante a fase adulta, também tem alterações nos seus hábitos alimentares durante o seu desenvolvimento, sendo os náuplios estritamente herbívoros, enquanto que ao atingirem a fase juvenil, copepodito, e adultos podem alterar seus nichos alimentares (ESTEVEES, 2011, MELÃO, 1997). Essa variabilidade alimentar permite que os copépodos representem a maior parte da biomassa da comunidade zooplanctônica de um ambiente aquático, contribuindo com 50% da biomassa total (MARGALEF, 1983; BRUM, 2009).

As espécies da ordem Calanoida são essencialmente filtradores e o fitoplâncton é a sua principal fonte de alimento, embora utilizem eventualmente detritos e bactérias. Enquanto os Copepoda Cyclopoida são preferencialmente carnívoros quando adultos, e podem se alimentar tanto de rotíferos, como de protozoários e neonatas de cladóceros (ESTEVEES, 2011). Contudo, é importante mencionar que a preferência alimentar pode variar muito de espécie para espécie mesmo dentro de um só grupo (SILVA, 2015).

O zooplâncton é um componente-chave em ecossistemas aquáticos, pois responde rapidamente às alterações na qualidade da água e nas características físicas e químicas. Devido à elevada sensibilidade, os organismos da comunidade zooplanctônica pode ser

utilizada como indicadora para controle da qualidade da água, como por exemplo, Rotifera e Cyclopoida são encontrados em maior abundância em ambientes eutrofizados e Cladocera e Calanoida em ambientes oligotróficos (LAMPERT, 1987; GILBERT, 1990; PINTO-COELHO, 1998; SILVA, 2011). Diversos estudos têm mostrado a utilidade de certas espécies de rotíferos como indicadores de ambientes eutrofizados, tais como... (GANNON; STEMBERGER, 1978; MATSUMURA-TUNDISI; TUNDISI, 2005; SENDACZ *et al.*, 2006; SOUZA, *et al.* 2013).

Conhecer a riqueza e a abundancia é um passo muito importante para compreensão ecológica da comunidade zooplanctônica, pois assim, se conhece quais as espécies e em qual densidades ocorrem no ambiente. Essas variáveis alteram conforme o meio, a estação do ano e também são influenciados pelas variáveis físicas e químicas da água, tais como pH, concentração de oxigênio dissolvido, temperatura. As mudanças abióticas podem alterar tanto a riqueza (alteração qualitativa) como a densidade e a abundância dos indivíduos (alteração quantitativa) (COELHO-BOTELHO, 2004), alterando, portanto, a diversidade geral da comunidade.

1.2 Diversidade funcional

O zooplâncton é considerado um dos principais elos entre os produtores primários (fitoplâncton) e os consumidores de níveis tróficos superiores nas cadeias e teias alimentares em ecossistemas aquáticos, isso se dá devido ao seu elevado metabolismo, possuindo um papel central na dinâmica de um ecossistema aquático (ARMENGOL, 1980; LAZZARO, 1987; RAMOS, 2002; RUSSO; HAHN, 2006; SANTOS-WISNIEWSKI *et al.*, 2011). Organismos zooplanctônicos são também importantes componentes funcionais dos ecossistemas participando ativamente da ciclagem de nutrientes e do fluxo de matéria (BOZELLI; HUSZAR, 2003).

Por considerar as características ecologicamente relevantes das espécies, a abordagem funcional é considerada uma boa ferramenta com adequada capacidade de predição de processos e serviços ecossistêmicos e da estrutura das comunidades biológicas (DÍAZ; CABIDO, 2001; MCGILL ET AL., 2006; SMITH *et al.*, 2013). Atualmente a diversidade funcional é um conceito utilizado em estudos realizados em diversos ambientes para diversos grupos biológicos, principalmente em comunidades

vegetais (TILMAN, 1997; DIAZ et al., 2007; CIANCIARUSO et al., 2012; SILVA et al., 2013; LALIBERTÉ et al., 2013), de aves (BATALHA et al., 2010; HIDASI et al., 2012; GASC et al., 2013) e fitoplanctônicas (REYNOLDS et al. 2002; WEITHOFF, 2003; LONGHI; BEISNER, 2010; LITCHMAN, 2010; PÁLFFY et al., 2013).

Segundo Petchey e Gaston (2002) a diversidade funcional representa as diferenças entre as espécies baseada na distinção de suas características morfológicas, fisiológicas e ecológicas. Medir a diversidade funcional significa medir a diversidade de traços (características) funcionais que influenciam os processos da comunidade, independentemente da filogenia dos organismos (CIANCIARUSO et al., 2009). Espera-se que altos valores de diversidade funcional estejam relacionados com uma melhor utilização dos recursos disponíveis e melhor funcionamento ecossistêmico (SOBRAL; CIANCIARUSO, 2012).

Para a comunidade zooplanctônica muitos trabalhos se concentram na diversidade taxonômica das espécies e poucos avanços foram realizados em relação à abordagem funcional (BARNETT et al., 2007). Poucos estudos listaram traços funcionais importantes do zooplâncton, considerando aspectos como alimentação, crescimento, reprodução e sobrevivência das espécies (BARNETT et al., 2007; LITCHMAN et al., 2013; VOGT et al., 2013; SILVA, 2015; SILVA, 2019).

À semelhança da diversidade taxonômica, existem maneiras relativamente simples para se quantificar a diversidade funcional. A mais comum e também a mais antiga é dada pelo número de grupos funcionais presentes em uma comunidade (TILMAN et al. 1997; DÍAZ; CABIDO, 2001), ou seja, a riqueza de grupos funcionais. Nessa abordagem, as espécies são agrupadas de acordo com algum método de classificação, de maneira que espécies dentro de um mesmo grupo sejam mais similares entre si do que com espécies de grupos diferentes.

1.3 Ciclo de vida e biologia molecular

Estudos da bionomia (ciclo de vida) de espécies zooplanctônicas são muito importantes para a identificação de características ou traços funcionais destes organismos para a utilização nos estudos científicos. O acompanhamento do ciclo de vida possibilita o estudo desde a eclosão do neonato ou indivíduo recém-nascido até a sua senescência e

morte, ou seja, ao longo de todo o tempo de vida do indivíduo. Isto possibilita conhecer como as espécies se comportam em meio e condições próximas às ideais, em laboratório. Podem ser observados aspectos biológicos importantes, permitindo não só caracterizar as alterações morfológicas dos estágios de desenvolvimento, mas também estimar as taxas de crescimento individual e populacional, analisar comportamentos natatórios, comportamentos de forrageamento, acasalamento e diversos outros aspectos relacionados à bionomia da espécie (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2016; BOISSONNOT, ET AL., 2016).

Apesar da importância são poucos os estudos que visam conhecer o ciclo de vida de microcrustáceos para aplicação em estudos de produção secundária ou outros estudos ecológicos ou fisiológicos perto da diversidade de espécies (KHAN, 1965; BOTTRELL 1975; MURUGAN; JOB 1982; MAIER, 1990; ROCHA; MATSUMURA TUNDISI, 1990; VENKATARAMAN 1990; HARDY; DUNCAN, 1994; RIETZLER, 1995; MELÃO, 1997; SHARMA; SHARMA 1998; SANTOS-WISNIEWSKI et al. 2006; VITI et al. 2013; SILVA et al., 2014; CASTILHO et al., 2015; SILVA, 2015; DUARTE, 2017). Provavelmente a dificuldade de cultivo e manutenção das espécies em laboratório seja a causa do número reduzido de trabalhos.

As diversas alterações bióticas e abióticas em que os corpos d'água estão expostos atinge diretamente o zooplâncton positiva ou negativamente. Como resposta as alterações negativas esses organismos podem alterar o comportamento, a morfologia e até mesmo a história de vida, tentando manter o seu genótipo e a persistência das populações (SANTANGELO, 2009). Com o conhecimento da bionomia dos organismos zooplânctônicos em meio controlado de laboratório pode se sobrepujar a análise de ambientes não controlados, sendo capaz assim, de julgar se o ambiente em estudo está em condições ideais ou com a existência de algum distúrbio.

Além de estudos de ciclo de vida, o conhecimento da biologia molecular permite avaliações sobre a diversidade genética das espécies de Cladocera, informações que são relevantes na identificação de espécies invasoras e crípticas, além de fornecer informações sobre a distribuição geográfica dos organismos (VALENTINI et al., 2009; JEFFERY et al., 2011). Uma das ferramentas moleculares mais utilizadas na biologia molecular é a análise do DNA *barcode*, que é baseada na determinação de uma sequência parcial do gene mitocondrial do citocromo c oxidase subunidade I (COI) (HEBERT et al., 2003; YOUNG et al., 2012). Além disso, os estudos sobre marcadores moleculares são atualmente considerados uma ferramenta para a catalogação e monitoramento da

diversidade de espécies (SCHWARTZ et al., 2007). Porém, muitas espécies são extintas antes mesmo de sua catalogação taxonômica (PEČNIKAR; BUZAN, 2014). Para o zooplâncton, essa classificação taxonômica ainda é muito discutida, incerta e muito incompleta (ELÍAS-GUTIÉRREZ et al., 2008), evidenciando a importância da ampliação dos estudos sobre o DNA *barcode* de Chydoridae.

No Brasil, alguns estudos sobre a biologia molecular de espécies de Cladocera foram realizados, mas poucos trabalhos enfocam os integrantes da família Chydoridae (ABREU et al., 2010; SILVA et al., 2014; ABREU, 2016). A família Chydoridae tem passado por diversas revisões taxonômicas e algumas espécies têm mudado de gênero e até subfamília (SINEV, 2001; SINEV et al., 2005; SINEV, 2015; VAN DAMME; DUMONT, 2008; VAN DAMME et al., 2011). Portanto, os estudos moleculares podem auxiliar na identificação e separação de táxons através da diferenciação genética entre as espécies (PEČNIKAR; BUZAN, 2014). Assim, o uso do COI tem se mostrado eficaz na identificação taxonômica, resolvendo aproximadamente 95% dos problemas taxonômicos de diversos grupos, como Cladocera (ELIAS-GUTIERREZ et al., 2008).

Os estudos sobre a composição e abundância da comunidade zooplanctônica nas salinas no Pantanal da Nhecolândia, MS são ainda raros. Até o momento estas informações encontram-se disponíveis para poucos corpos de água, como: a “Salina do Meio” no Rancho Nhumirim, situado no centro do Pantanal de Nhecolândia (MEDINA-JÚNIOR; RIETZLER, 2005) e o levantamento das espécies de copepoda na sub-região da Nhecolândia, Pantanal Sul do Brasil (REID; MORENO, 1990).

1.4 Sistemas lacustres do Pantanal da Nhecolândia, MS

Em um ecossistema os principais componentes bióticos e abióticos ocorrem e operam juntos atingindo, de algum modo, a estabilidade funcional. Não só o ambiente é o local onde vivem microrganismos, plantas e animais, mas estes também transformam o ambiente no que ele é, fazendo com que cada ecossistema seja único, especialmente em suas interações (ODUM, 1983). Os ambientes aquáticos são influenciados pelo ambiente externo e a distribuição heterogênea de luz, temperatura, nutrientes e gases (como o oxigênio dissolvido e o gás carbônico) influencia diretamente a distribuição espacial dos

organismos. Por sua vez, o uso dos recursos pelos próprios organismos também modela o meio em que estes vivem (ESTEVEVES, 2011).

Os ecossistemas aquáticos são influenciados e bastante vulneráveis aos eventos que ocorrem em seu entorno. Estão sujeitos a diversas modificações dependendo do uso e ocupação do solo, mas nem sempre positivas para a diversidade biológica. Quanto maior o contato com o ambiente terrestre, quanto menor o volume de água e quanto menor o aporte de água, maior a conexão bentônico-pelágica e maior a possibilidade de impacto do sedimento no conteúdo de nutrientes da água (TESSIER; WOODRUFF, 2002; SCHEFFER; VAN NES, 2007). A compreensão da dinâmica dos sistemas aquáticos é o caminho que possibilita a elaboração e instauração de programas de conservação e utilização consciente destes ecossistemas. Além do mais, o estudo da diversidade biológica em corpos d'água permite contribuir para o entendimento de padrões de distribuição das espécies e de organização das comunidades aquáticas (ESTEVEVES, 2011).

O Brasil conta com um vastíssimo território, assim como ampla e diversificada rede de sistemas fluviais, os quais são representados por três grandes bacias hidrográficas: do rio Amazonas, do rio São Francisco e do rio da Prata. Inúmeros outros rios formam bacias menores e correm em direção ao Oceano Atlântico, sendo então denominadas as bacias da costa Norte, Nordeste ou Leste. Acopladas às planícies de inundação dos rios ou de forma isolada, os sistemas de águas doces lênticas brasileiras podem ser classificadas em cinco grandes grupos: 1- Sistema de lagos e lagoas costeiras; 2- Sistema de lagos formados pela atividade de rios; 3- Sistema de lagos do Pantanal Matogrossense; 4-Sistema de lagos Amazônicos (várzea e terra firme); 5- Lagos artificiais como represas e açudes. Essa diversidade de sistemas fluviais proporciona habitats capazes de abrigar uma extensa diversidade biológica (TUNDISI et al., 2006).

Estudos sobre a composição e abundância da comunidade nas lagoas “salinas”, alcalinas ou “soda lakes”, no Pantanal da Nhecolândia, MS são ainda raros. Até o momento estas informações encontram-se disponíveis para poucos corpos de água (REID; MORENO, 1990; MEDINA-JÚNIOR; RIETZLER, 2005).

O Pantanal Matogrossense é a maior planície de inundação contínua da América do Sul, aproximadamente 140.000 Km² em território brasileiro. Faz parte da Bacia do Alto Paraguai e sua posição geográfica é única, sendo o elo entre biomas como Amazônia, Cerrado e o Chaco Boliviano e Paraguai. Todos esses fatores associados são responsáveis pela alta biodiversidade característica do Pantanal (BRASIL, 1997). Extensas áreas podem permanecer submersas por inundação, devido ao extravasamento

dos rios ou alagamento resultante das chuvas locais e da elevação do nível do lençol freático, por até 8 meses (PADOVANI, 2010). O nível e o período de inundação variam ao longo dos anos, pois estão sujeitos às variações no índice pluviométrico.

O ciclo anual envolvendo períodos bem marcados de cheia e seca é o fenômeno ecológico mais importante da planície, desempenhando papel preponderante na ciclagem de nutrientes e disponibilidade de água. A área de abrangência da inundação e o tempo de permanência das águas nos campos regem a disponibilidade de habitats e alimentação para organismos aquáticos e semiaquáticos, condicionando sua distribuição, abundância, modo de vida e comportamento reprodutivo (CALHEIROS; FERREIRA, 1996).

O Pantanal é constituído por 11 sub-regiões (Figura 1): Paiaguás, Nhecolândia, Barão de Melgaço, Poconé, Nabileque, Cáceres, Paraguai, Aquidauana, Miranda, Porto Murtinho e Abobral (SILVA; ABDON, 1998), de acordo com o tipo de vegetação, solo e clima.

Nhecolândia e apresentam grande variedade de formas, desde circulares a subcirculares (Figura 2 e 3).



Figura 2 Vista aérea das salinas e baías do Pantanal da Nhecolândia, período de seca
(Foto: WWF-Brasil acesso em 02/02/2020
https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/areas_prioritarias/pantanal/bioma_pantanal/)



Figura 3 Vista aérea das salinas e baías do Pantanal da Nhecolândia, período de cheia.
(Foto: Lucas Leuzinger, 2012 acesso em 02/02/2020
http://www.ppees.ufms.br/blogcaic/wp-content/uploads/2015/08/Pantanal_salina.jpg).

2. OBJETIVO

Pretende-se com este estudo investigar a composição, diversidade taxonômica e funcional, ciclo de vida e biologia molecular de espécies selecionadas, em comunidades zooplanctônicas de sistemas lacustres do Pantanal da Nhecolândia, MS, Brasil. Para isso, as seguintes perguntas de estudo foram formuladas:

- As espécies que ocorrem nas salinas do Pantanal da Nhecolândia são exclusivas deste tipo de ecossistemas?
- As salinas do Pantanal da Nhecolândia são ambientes extremos (física e quimicamente) onde somente uma ou poucas espécies do zooplâncton conseguem colonizar e estabelecer populações duradouras?
- A diversidade funcional da comunidade zooplanctônica dos ecossistemas lacustres salinos estudados é limitada em comparação com os sistemas lacustres de água doce do próprio Pantanal ou de outras regiões?

Buscando responder estas questões e obter outras informações os **objetivos específicos** deste estudo foram:

- Identificar taxonomicamente as espécies componentes das comunidades zooplanctônicas de 6 salinas e 1 baía de água doce;
- Analisar e comparar a riqueza de espécies e a abundância das populações em cada comunidade/sistema lacustre amostrado;
- Definir traços funcionais para as espécies com base na literatura e avaliar a diversidade funcional das comunidades zooplanctônicas amostradas;
- Estudar o ciclo de vida de algumas espécies de Cladocera e Copepoda de interesse taxonômico;
- Realizar o DNA *barcoding* de algumas espécies de Cladocera de interesse taxonômico.

3. HIPÓTESES

- As características físicas e químicas dos ambientes denominados “salinas” restringem a riqueza de espécies zooplanctônicas nos mesmos;
- As características morfológicas, físicas e químicas das salinas variam anualmente condicionando a composição taxonômica e a riqueza de espécies em suas comunidades zooplanctônicas.
- A diversidade funcional da comunidade zooplanctônica das salinas é baixa, quando comparada à de outros sistemas aquáticos em outras regiões do país.
- As espécies zooplanctônicas que ocorrem nas salinas e baías da Nhecolândia tem ciclo de vida similares aos ciclos de vida de espécies da mesma família, sob condições ambientais semelhantes.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Local e período das amostragens

As amostragens foram realizadas em seis salinas e em uma baía do Pantanal da Nhecolândia, no município de Aquidauana (Mato Grosso do Sul – MS), sendo elas: Salina Redonda 01- 1SR, Salina Redonda 04- 4SR, Salina Redonda 05- 5SR, Salina Redonda 06- 6SR, Salina Redonda 07- 7SR e Salina Redonda 08- 8SR e um ecossistema de água doce, a Baía do Gerente. Os pontos amostrados foram geo-referenciados com o uso de GPS (Global Positioning System) (Tabela 1).

Tabela 1 Coordenadas dos sete corpos d'água estudados, Nhecolândia Pantanal, Mato Grosso do Sul – MS, Brasil.

Coordenadas	
SR 01	19°23'1 0,07"S, 56°19'5 2,1"W
SR 04	19°22'5 3,2"S, 56°19'4 1,7"W
SR 05	19°23'4 2,9"S, 56°19'3 4,8"W
SR 06	19°23'4 2,9"S, 56°19'3 2,11"W
SR 07	19°23'4 9,24"S, 56°19'5 5,31W
SR 08	19°23'4 2,9"S, 56°19'3 2,11"W
Baia do Gerente	19° 22' 16" S, 56° 21' 02" W

Foram realizadas coletas em três anos consecutivos, sendo uma coleta a cada ano, totalizando três coletas: outubro de 2017, agosto de 2018 e setembro de 2019. Estas amostragens fazem parte do trabalho de campo do projeto temático “Mudança climática e impactos ambientais nos pantanais do Pantanal: quantificação, fatores de controle e previsão de longo prazo” PROCESSO 2016 / 14227-5, financiado pela Fundação de Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

4.2 Medidas de Variáveis Físicas e Químicas da Água

As medidas das variáveis condutividade elétrica da água, pH, concentração de oxigênio dissolvido e temperatura da água foram realizadas “in situ” utilizando-se uma sonda multi-parâmetro YSI 6600 V2 (YSI, Yellow Springs, OH, USA)[®].

4.3 Coleta e identificação da comunidade zooplanctônica

As amostragens foram realizadas com um balde calibrado. O volume final coletado variou entre 18 e 360 litros, dependendo da profundidade com que o ambiente se encontrava nos dias de amostragem nos períodos de seca ou de chuva. A água foi filtrada em uma rede de 68 μm de abertura de malha e os organismos concentrados foram fixados com formol na concentração final de 4%.

Para a amostragem de organismos vivos foram realizados arrastos horizontais próximo a margem e ao banco de macrófitas quando presentes. Armazenadas em galões de 20 litros com água do ambiente e mantidas em aeração no laboratório.

As contagens do zooplâncton foram feitas em placas de acrílico, quadriculadas, sob microscópio estereoscópico com aumento de até 50 vezes, utilizando-se para a identificação um microscópio óptico da marca Zeiss[®], com câmara clara e com aumento de até 1000 vezes, ambos com ocular micrometrada. A identificação dos organismos foi realizada com o auxílio de bibliografia especializada (SMIRNOV, 1974; KOSTE, 1978; REID, 1985; KOSTE; SHIEL, 1986; SHIEL; KOSTE, 1992; 1993; NOGRADY *et al.*, 1993; SEGERS, 1995; ELMOOR-LOUREIRO, 1997; NOGRADY; SEGERS, 2002; SEGERS; SHIEL, 2003; SILVA, 2003; KOTOV *et al.*, 2004; SILVA; MATSUMURA-TUNDISI, 2005; KOTOV, 2009, PERBICHE-NEVES, 2011).

4.4 Manutenção de Cultivos de organismos zooplanctônicos

Após identificadas as espécies, três espécies de Cladocera e uma de Copepoda Cyclopoida foram selecionadas e mantidas em cultivo. O meio utilizado para cultivo foi água reconstituída, preparada segundo as normas da ABNT- Associação Brasileira de Normas e Técnicas (2017). A água utilizada nos cultivos tinha as seguintes características: pH 7,6; condutividade elétrica de 140 $\mu\text{S cm}^{-1}$ e dureza de 46 mg L^{-1} CaCO_3 .

Os organismos foram mantidos por um período de três a quatro semanas em laboratório com trocas parciais de água reconstituída e a água do ambiente de origem. Sendo posteriormente mantidos continuamente em cultivo estoque em água reconstituída no laboratório de Limnologia do Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva

(DEBE/UFSCar). A utilização da água reconstituída como água padrão para o cultivo e manutenção visa garantir que estudos futuros apresentem uma adequada reprodutibilidade e repetibilidade.

As espécies estudadas foram dois quidorídeos: *Chydorus nitidulus* Sars, 1901 e *Chydorus eurynotus* Sars, 1901, um Macrothricidae: *Macrothrix spinosa* (King, 1853) e o copépodo Cyclopoida *Metacyclops mendocinus* (Wierzejski, 1892). O local de coleta de cada espécie foi: *C. nitidulus* e *C. eurynotus* na Baía do Gerente, um lago de água doce, e os demais em salinas (SR), *M. spinosa* na SR05 e *M. mendocinus* na SR 08, todos no Pantanal da Nhecolândia, município de Aquidauana, Mato Grosso do Sul – MS, Brasil (Figuras 4, 5, 6 e 7).

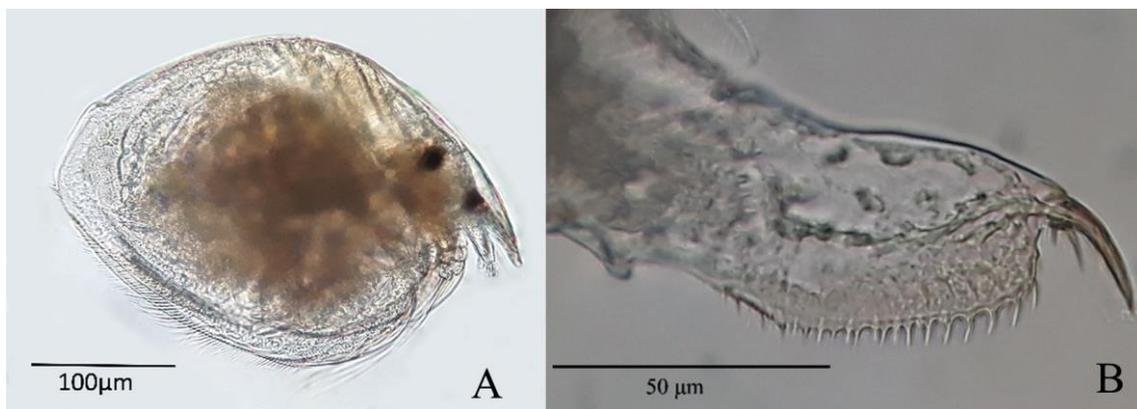


Figura 4 Aspecto geral de *Chydorus nitidulus* (cladocera Chydoridae) coletado na lagoa da Baía do Gerente, Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul – MS, Brasil. (A) Visão geral da fêmea e (B) Pós-abdome. (Foto: Karin de Paula Reis).

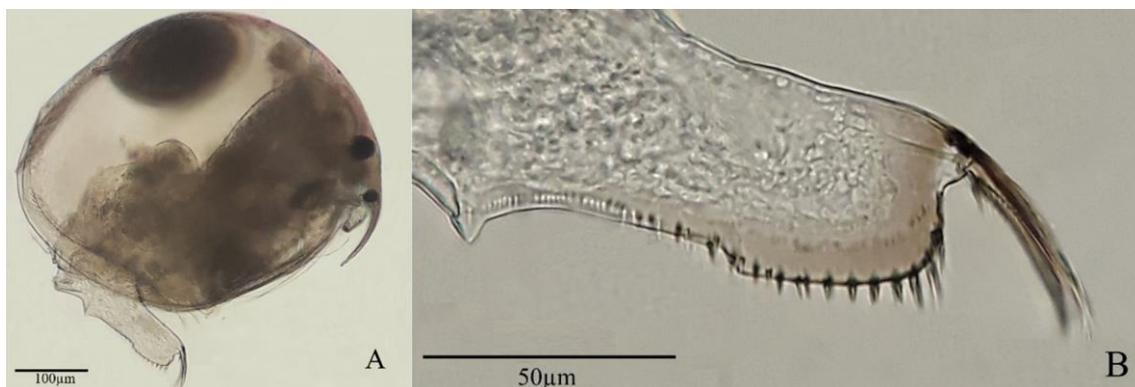


Figura 5 Aspecto geral do Chydorídeo *Chydorus eurynotus* coletado na lagoa da Baía do Gerente, Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul - MS, Brasil. (A) Visão geral da fêmea (B) Pós-abdome. (Foto: Karin de Paula Reis).



Figura 6 Aspectos geral do Macrothricídeo *Macrothrix spinosa* coletado na Salina Redonda 05-SR05, Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul – MS, Brasil. (A) Vista geral da fêmea (B) Antênula. (Foto: Karin de Paula Reis).

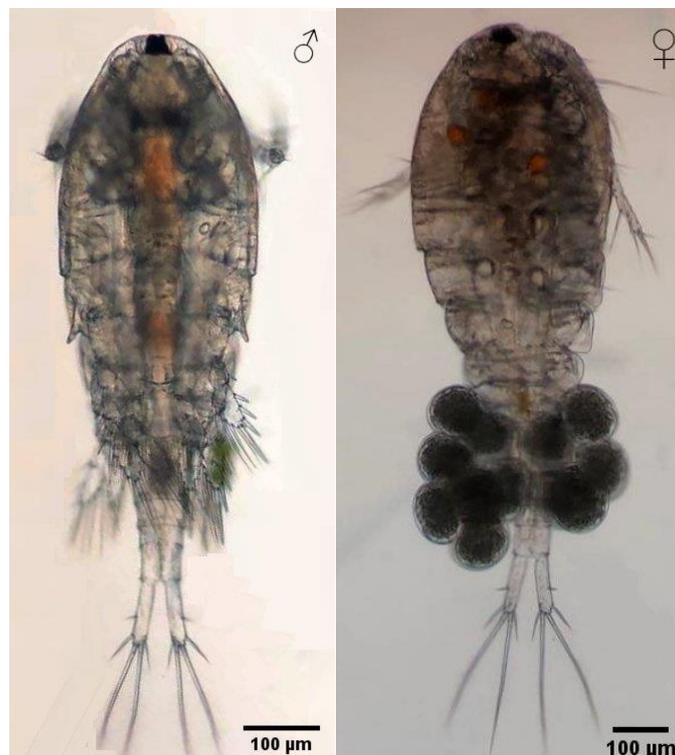


Figura 7 Aspectos geral do Copepoda Cyclopoida *Metacyclops mendocinus* adulto coletado na Salina Redonda 08- SR08, Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul – MS, Brasil. ♂ macho (foto à esquerda) e ♀ fêmea (foto à direita). (Foto: Karin de Paula Reis).

Os espécimes de *Chydorus* sp. foram mantidos em recipientes plásticos atóxicos de 50 a 100 mL, já o *M. spinosa* e o *M. mendocinus* foram mantidos em béqueres de 1000 a 2000 mL, mantendo sempre no mínimo quatro cultivos para cada espécie e controle populacional das mesmas (Figura 8).



Figura 8 Vista geral dos cultivos mantidos em incubadora a $25^{\circ}\text{C} \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ e fotoperíodo de 12 h luz:12 h escuro. (Foto: Karin de Paula Reis).

As trocas da água dos cultivos foram realizadas a cada dois ou três dias, momento em que era feito o controle densidade e mortalidade das populações, com total troca da água do cultivo. O processo de renovação da água das culturas foi realizado por meio de uma cuidadosa filtragem da água e organismos através de rede de abertura de malha de $68\ \mu\text{m}$ (Figura 9).



Figura 9 Vista geral das redes de abertura de malha de 68 μ m utilizada na filtração e separação dos organismos durante a manutenção dos cultivos em laboratório. (Foto: Karin de Paula Reis).

O alimento fornecido foi uma suspensão da microclorofícea *Pseudokirchneriella subcapitata* cultivada em meio CHU 12 em fase exponencial, na concentração de 10^5 células mL^{-1} e enriquecida com 1 mL L^{-1} de uma suspensão mista de levedura e ração de peixe fermentada em iguais proporções (1: 1) (ABNT, 2017). Os cultivos foram mantidos em câmara de germinação, marca Fanem, modelo 347 CDG (Brasil), sob condições constantes de temperatura a $25,0 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1,0 \text{ }^\circ\text{C}$ e fotoperíodo de 12 h luz:12 h escuro.

4.5 Avaliação dos desenvolvimentos embrionários e pós embrionários das espécies *Chydorus nitidulus*, *Chydorus eurynotus* Sars, *Macrothrix spinosa* e *Metacyclops mendocinus*

Os experimentos para determinação dos parâmetros do ciclo de vida de *Chydorus nitidulus*, *Chydorus eurynotus* Sars, *Macrothrix spinosa* e *Metacyclops mendocinus* foram realizados em laboratório sob condições controladas (temperatura a $25,0 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1,0 \text{ }^\circ\text{C}$ e fotoperíodo de 12 h luz:12 h escuro) e a água utilizada foi a mesma dos cultivos (água reconstituída ABNT 2017).

A duração do desenvolvimento embrionário foi obtida pelo método da observação indireta (EDMONDSON; WINBERG, 1971). Consistiu no isolamento de um grande número de fêmeas ovadas (30), oriundas do cultivo pré-existente no laboratório, as quais

foram colocadas individualmente em recipiente plástico atóxico de 50mL e acompanhadas até a eclosão dos ovos. Foram observadas três vezes ao dia até que todas as fêmeas liberassem os ovos. Plotando-se o número de fêmeas ovadas remanescentes versus o tempo decorrido desde a primeira eclosão obtêm-se uma curva, a qual é ajustada por regressão linear. O tempo médio decorrido entre a primeira eclosão e a última (ponto onde a curva ajustada corta a abscissa ou eixo X) corresponderá à duração do desenvolvimento embrionário.

Para determinação do desenvolvimento pós-embrionário foram individualizadas as neonatas e os náuplios de cada espécie recém eclodidos, com menos de 24h de vida. Os organismos foram individualizados em recipientes de plástico não tóxico com capacidade de 50mL, observados diariamente e acompanhados por todo o ciclo de vida (Figura 10). Com isso foi possível registrar para as fêmeas partenogéticas dos cladóceros o tamanho médio da neonata, tamanho e idade da primípara (mínimo e médio), tamanho da adulta, número de instares, número de ninhadas, número de ovos por fêmea (por geração e ao longo de toda vida) e a longevidade. Como ao longo do experimento existiu muitas perdas e/ou morte dos organismos antes dos registros totais do ciclo de vida, optamos por iniciar os testes com 30 indivíduos de cada espécie, selecionando 15 para o registro dos dados totais.

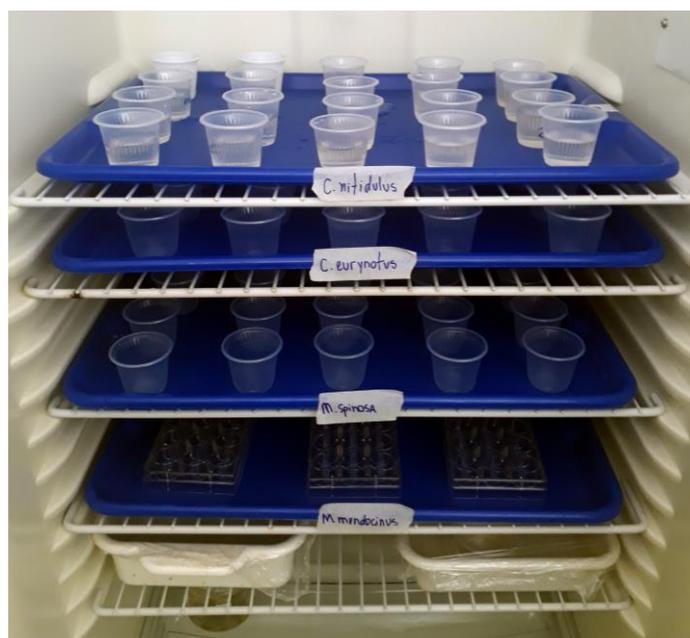


Figura 10 Visão geral do experimento de ciclo de vida das espécies *Chydorus nitidulus*, *Chydorus eurynotus* Sars, *Macrothrix spinosa* e *Metacyclops mendocinus* mantidas em incubadora a 25°C \pm 1,0 °C e fotoperíodo de 12 h luz:12 h escuro. (Foto: Karin de Paula Reis).

Para os copepodos a análise do ciclo de vida iniciou-se com os náuplios recém eclodidos mantidos isoladamente (16 réplicas) em frascos de plástico não tóxico de 50mL. Diariamente o número de náuplios e posteriormente os copepoditos foram contadas e realizadas medidas de comprimento total para análise do crescimento, observando-se a presença ou não de exúvias. A duração de cada estágio de desenvolvimento foi determinada através do crescimento corporal e presença das exúvias (DUSSART, 1969) registrando assim todos as fases naupliares e de copepodito. Após atingirem a fase adulta, machos e fêmeas da primeira geração foram acompanhados até o final do ciclo de vida para determinação de parâmetros reprodutivos (fecundidade e número de ninhadas) e da longevidade, estes eram colocados juntos para a fertilização e quando a fêmea produzia ovos eram separados para diminuir a predação dos náuplios. Os náuplios gerados pelos 16 adultos que estavam sendo acompanhados foram individualizados em placas de cultivo multicelular (Figura 11).



Figura 11 Visão geral das placas multicelulares utilizadas para cultivo dos náuplios que nasceram ao longo do acompanhamento do ciclo de vida do *Metacyclops mendocinus*. Placas com 12 poços de 4mL de volume. (Foto: Karin de Paula Reis).

Os náuplios individualizados do ciclo de vida foram observados inicialmente de 2 em 2h para registro dos estágios nupliars I a VI e depois observados diariamente para registro dos copepoditos I a V. A identificação dos instares das espécies estudadas foi

inicialmente no número de patas e nos comprimentos dos indivíduos, aproximadamente cinco indivíduos de cada instar foram preservados em solução de formol 4% e mantidos em coleção (Coleção de Plâncton de Águas Doces Brasileiras – DEBE, UFSCar).

Todos os ciclos de vida foram observados diariamente, porém a troca do meio e alimentação foi realizada a cada 2 dias visando diminuir o estresse causado pelo manuseio dos organismos. As observações foram realizadas com auxílio de lupas e feitas sob microscópio em lâminas escavadas, uma vez que o mesmo indivíduo seria posteriormente observado e medido novamente.

Para elaboração da curva de crescimento foi utilizado o tamanho corporal de cada indivíduo medido diariamente sob um microscópio óptico, por meio de ocular micrométrica em aumento de 50 vezes. Os dados de tamanho versus o tempo foram plotados e uma curva de crescimento, foi ajustada pelo modelo de von Bertalanffy (com parâmetros iniciais da curva obtidos pela transformação de Ford-Walford (CENTENO, 1999):

$$L_t = L_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]$$

onde: L_t é o tamanho no intervalo de tempo t , expresso em mm; L_{∞} = tamanho máximo em mm; K = constante relacionada à taxa de crescimento; e = base de logaritmos neperianos; t_0 = parâmetro relacionado ao tamanho dos indivíduos ao nascer (L_0), expresso em dias.

4.6 Análise dos dados

A frequência de ocorrência das espécies da comunidade zooplanctônica foi calculada de acordo com Dajoz (1983) modificado por Tucci (2002) onde as espécies foram classificadas em:

Constantes (presentes em 80% ou mais das amostras);

Frequentes (presentes em 50% ou mais e em menos de 80% das amostras);

Comuns (presentes em mais de 20% e em menos de 50% das amostras);

Raras (presentes em 20% ou menos das amostras).

Para a análise da estrutura funcional da comunidade e definição dos grupos funcionais, foram primeiramente listados os traços funcionais de cada espécie identificada, utilizando-se os dados da literatura (ELMOOR-LOUREIRO, 1997; BARNETT et al., 2007; LITCHMAN et al., 2013; ELMOOR-LOUREIRO, 2019). Foram utilizados os seguintes traços funcionais: grupo trófico, hábito alimentar, habitat e reprodução.

Para o atributo habitat, as espécies foram classificadas como pelágicas (vivem em suspensão na coluna d'água e são verdadeiramente planctônicos), litorâneas (vivem associados a algum tipo de substrato, como macrófitas) e bentônicas (vivem no fundo lodoso e podem penetrar até alguns centímetros) (FRYER, 1974; ELMOOR-LOUREIRO, 1997; BARNETT et al., 2007).

Em relação ao grupo trófico, as espécies foram separadas em herbívoras (vivem na coluna d'água e se alimentam de algas por filtração) e herbívoros-detritívoros (organismos que realizam a filtração e também se alimentam de detritos sobre o substrato) e onívoros (possuem uma dieta alimentar menos restrita, se alimentando não somente de algas, mas de detritos e outros organismos) (BARNETT et al., 2007; RIZO et al., 2017).

Quanto ao traço hábito alimentar os organismos foram classificados em raspadores (alimentam-se de material aderido às macrófitas ou ao sedimento), suspensívoros F (a busca por alimento é ativa já que são capazes de gerar uma corrente de água, a qual irá passar por cerdas filtrantes, e a captura é passiva, ficando retido nas cerdas tudo que tiver tamanho adequado), suspensívoros AP (captura do alimento é passiva e utilizam os apêndices bucais, podendo haver seletividade por tamanho), suspensívoros C (utilizam cílios para a captura do alimento, que é passiva) e raptoriais (ELMOOR-LOUREIRO, 1997; BARNETT et al., 2007; LITCHMAN et al., 2013).

O último traço funcional utilizado foi o modo principal de reprodução. Os rotíferos, cladóceros e protozoários se reproduzem principalmente de forma assexuada, enquanto copépodes se reproduzem de forma sexuada (BARNETT et al., 2007).

Foram calculados os valores de Diversidade Funcional para cada corpo d'água amostrado como sugerido por Petchey e Gaston (2002). Para análise da estrutura funcional da comunidade, os seguintes atributos foram utilizados: riqueza funcional (FRic), uniformidade funcional (FEve), dispersão funcional (FDis) e divergência funcional (FDiv). A riqueza funcional (FRic) é o volume do espaço funcional ocupado pela comunidade e a uniformidade funcional (FEve) é a regularidade de abundância neste volume (VILLÉGER et al., 2008). A dispersão funcional (FDis) representa a distância

média das espécies no espaço multidimensional de traços funcionais para o centroide de todas as espécies. Esta medida levou em consideração as abundâncias relativas das espécies, deslocando a posição do centroide entre as espécies mais abundantes e, em seguida, ponderar as distâncias das espécies por sua abundância relativa (LALIBERTÉ; LEGENDRE, 2010). Já a divergência funcional (FDiv) representada como a abundância está distribuída ao longo de um eixo de característica funcional, dentro do intervalo ocupado pela comunidade (VILLÉGER et al., 2008).

Os grupos funcionais para as espécies de Cladocera foram determinados através de uma análise multivariada de agrupamento, utilizando-se os dados dos traços funcionais listados para cada uma das espécies (PLA et al., 2012). Foi utilizada a medida de dissimilaridade de Gower e o método de agrupamento de Ward. Toda a análise foi realizada no software gratuito R 3.4.0 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014), utilizando o pacote FD (LALIBERTÉ; LEGENDRE, 2010; LALIBERTÉ et al., 2014).

4.6.2 DNA barcode

Os cladóceros mantidos em cultivo no Laboratório de Limnologia do Departamento de Biologia e Ecologia Evolutiva – DEBE/UFSCar foram deixados em água reconstituída e sem alimento durante um dia para posteriormente serem fixados em etanol 100%, gelado, para que não existisse a possibilidade de outro DNA amplificar durante a extração, como por exemplo a suspensão da microclorofícea *Pseudokirchneriella subcapitata* que era utilizada como alimento. Posteriormente os exemplares foram enviados para o laboratório de Ecologia de Microorganismos do Departamento de Hidrobiologia da UFSCar para extração do DNA.

Anteriormente à extração de DNA, os espécimes foram deixados em água ultra pura (Merck) por 3h. Utilizou-se a resina *InstaGene* (Bio-Rad) para extrair o DNA genômico e para amplificação da região de COI foram utilizados *primers* desenvolvidos por Prosser et al. (2013) - ZplankF1 5'-tgtaaacgacggccagtTCTASWAATCATAARGATATTGG-3' and ZplankR1 5'-caggaaacagctatgacTTCAGGRTGRCCRAARAATCA-3'. As condições da PCR foram 95°C por 3 min seguido por 40 ciclos de 95°C por 15s, 52°C por 45s e 72°C por 60s seguido de 72°C por 10 min usando Platinum *Taq* (Invitrogen, Carlsbad, CA, USA) como

enzima. Os produtos de PCR foram sequenciados nas duas direções após tratamento com as enzimas Exo-SAP (Fermentas) e aplicados em sequenciador *3130xl Genetic Analyzer* (Life Technologies, Carlsbad/CA/USA) de acordo com as instruções do fabricante.

As sequências de *C. nitidulus*, *C. eurynotus* e *M. spinosa* foram alinhadas no software MEGA 7 (KUMAR et al. 2016) com as outras sequências de COI de espécimes do gênero *Chydorus*, disponíveis no GenBank. Para verificar a existência de *stopcodons* as sequências foram traduzidas para proteína. A partir do alinhamento final, o modelo de distância a Kimura 2-Parâmetros (K2P) foi usado para calcular as divergências genéticas, com *neighbor joining* (NJ) e *bootstrapping* não paramétrico com 1000 réplicas. Todas essas análises foram feitas no software MEGA 7 (KUMAR et al. 2016).

5. RESULTADOS

Os resultados obtidos ao longo deste estudo são apresentados nos seguintes tópicos:

- Características físicas e químicas dos corpos de água amostrados em seis salinas no Pantanal da Nhecolândia - MS, Brasil.
- Composição, Distribuição e Abundância da Comunidade Zooplancônica das Salinas na região da Nhecolândia- Pantanal Matogrossense, Brasil;
- Diversidade funcional da Comunidade Zooplancônica das Salinas na região da Nhecolândia- Pantanal Matogrossense, Brasil;
- Composição e Abundância da comunidade zooplancônica da Baía do Gerente na região da Nhecolândia- Pantanal Matogrossense, Brasil;
- Ciclo de Vida e DNA barcode das espécies neotropicais *Chydorus nitidulus* Sars, 1901, *Chydorus eurynotus* Sars, 1901 (Crustacea, Anomopoda, Chydoridae) e *Macrothrix spinosa* (King, 1853) (Crustacea, Branchiopoda, Macrothricidae);
- Ciclo de vida de *Metacyclops mendocinus* Wierzejski, 1892 (Copepoda Cyclopoida).

5.1 Características Físicas e Químicas dos Corpos de Água Amostrados em Seis Salinas no Pantanal da Nhecolândia - MS, Brasil.

Os ambientes estudados são corpos de água rasos sendo a profundidade máxima registrada de 80 cm, no período chuvoso. A temperatura da água variou de 25,34 °C a 38,73 °C e o pH alcalino variou de 8,55 a 10,26. Em outubro de 2017 a coleta foi realizada no período de seca quando a salinidade registrada foi alta, o maior valor foi registrado na salina SR05 (25,12 g.L⁻¹). A condutividade elétrica e a clorofila *a* também tiveram os maiores valores registrados neste período. Em agosto de 2018 e setembro de 2019 as coletas foram realizadas no período em que os valores de salinidade, condutividade elétrica e clorofila *a* foram menores (Tabela 2).

Tabela 2 Características físicas e químicas: falar quais foram (mesmo estando na tabela) das seis Salinas amostradas no Pantanal da Nhecolândia, MS, em outubro de 2017, agosto de 2018 e setembro de 2019.

		Temp. Água	EC	pH	Salinidade	Alk	TDS	TSS	Ch- <i>a</i>
		C	uS.cm-1		g.L-1	mmol.L-1	g.L-1	g.L-1	ug.L-1
Outubro 2017	01SR	38,73	31863,67	10,21	14,88	116,73	15,96	2,86	1065,32
	04SR	26,43	16295,00	10,01	11,11	97,50	12,03	4,33	2046,17
	05SR	25,24	21750,00	9,75	20,97	133,31	24,90	2,12	231,60
	06SR	37,66	17990,33	9,70	9,72	66,95	10,03	8,02	0,00
	07SR	27,25	1777,00	8,55	0,99	8,03	1,07	0,14	0,23
	08SR	35,05	39257,33	10,07	25,12	200,03	30,44	6,68	11348,05
Agosto 2018	01SR	25,52	-	9,26	0,95	-	0,99	0,03	295,40
	04SR	26,12	-	10,03	1,63	-	1,72	0,23	215,75
	05SR	26,00	-	9,81	0,77	-	0,81	0,13	282,13
	06SR	26,34	-	9,09	0,83	-	0,84	0,04	333,25
	07SR	27,11	-	8,62	0,53	-	0,55	0,01	0,00
	08SR	25,41	-	9,42	0,97	-	1,02	0,05	324,95
Setembro 2019	01SR	33,2625	2,01	9,675	0,1	-	1,285	-	27,78225
	04SR	26,5625	3,2025	10,26	0,1675	-	2,0475	-	122,1078
	05SR	35,315	2,3325	9,975	0,12	-	1,495	-	26,63175
	06SR	25,335	1,225	9,45	0,06	-	0,783	-	9,8255
	07SR	27,4125	0,69475	9,0475	0,03	-	0,4445	-	5,88975
	08SR	27,87	2,5525	9,9075	0,13	-	1,6325	-	36,97525

5.2 Composição, Distribuição e Abundância da Comunidade Zooplancônica das Salinas na região da Nhecolândia- Pantanal Matogrossense, Brasil

A ocorrência das espécies de rotíferos, cladóceros e copépodos nas salinas amostradas em outubro de 2017, agosto de 2018 e setembro de 2019 é apresentada na Tabela 3. Foram identificadas 36 espécies nas comunidades zooplancônicas analisadas nos lagos denominados salinas: sendo 20 de Rotifera, 13 de Cladocera e 3 de Copepoda. Dos 20 táxons de Rotifera, 15 foram identificados em nível de espécie e cinco em nível de gênero.

Em relação à frequência de ocorrência das espécies, a maior parte das espécies foram raras, ocorrendo em menos de 20% das unidades. Algumas espécies foram consideradas comuns como os cladóceros *Anthalona verrucosa*, *Ceriodaphnia silvestrii*, *Ceriodaphnia cornuta rigaudi*, *Macrothrix sp.* e *Moina micrura*; os copepodos *Metacyclops mendocinus*, *Notodiaptomus coniferoides* (assim como as suas fases juvenis) e o rotífero *Brachionus dimidiatus*, ocorrendo entre 20- 50% dos ambientes. Apenas náuplios e copepoditos de Cyclopoida (*M. mendocinus*) foram frequentes, ocorrendo entre 50 - 80% dos pontos amostrados.

Tabela 3 Ocorrência dos grupos taxonômicos de Conchostraca, Cladocera, Copepoda e gêneros/espécies de Rotifera nas comunidades zooplancônicas de seis salinas do Pantanal da Nhecolândia, amostradas em outubro de 2017, agosto de 2018 e setembro de 2019. ICD- Índice de Constância de Dajoz C- Comuns, R- Raras.

	Outubro 2017						Agosto 2018						Setembro 2019						% ICD
	SR01	SR04	SR05	SR06	SR07	SR08	SR01	SR04	SR05	SR06	SR07	SR08	SR01	SR04	SR05	SR06	SR07	SR08	
Cyclestherida																			
<i>Cyclestheria hislopi</i>											X		X						11 R
Cladocera																			
<i>Anthalona verrucosa</i>					X						X				X		X		22 C
<i>Alona guttata</i>															X				6 R
<i>Ceriodaphnia silvestrii</i>					X				X							X	X		22 C
<i>Ceriodaphnia c. rigaudi</i>					X				X	X						X			22 C
<i>Coronatella monacantha</i>					X														6 R
<i>Diaphanosoma brevireme</i>										X	X								11 R
<i>Diaphanosoma spinulosum</i>					X											X	X		17 R
<i>Grimaldina brazzai</i>					X														6 R
<i>Latonopsis australis</i>					X				X	X									17 R
<i>Macrothrix spinosa</i>														X	X		X		17 R
<i>Macrothrix sp</i>									X	X	X	X	X						28 C
<i>Moina micrura</i>							X		X			X	X		X	X			33 C
<i>Ovalona glabra</i>									X	X									11 R
Copepoda																			
Cyclopoida																			
<i>Metacyclops mendocinus</i>					X		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	44 C
<i>Metacyclops sp</i>										X									6 R
Calanoida																			
<i>Notodiptomus coniferoides</i>					X				X	X	X		X		X	X	X		39 C
Rotifera																			
<i>Anuaeropsis fissa</i>												X							6 R
<i>Brachionus dimidiatus</i>	X	X	X	X			X						X	X			X		44 C
<i>Brachionus havanaensis</i>									X			X							11 R
<i>Brachionus leydigi</i>												X							6 R
<i>Brachionus mirus</i>													X	X					11 R
<i>Cephalodella sp</i>																	X		6 R
<i>Conochilus sp</i>												X	X						11 R
<i>Euclanis sp</i>											X								6 R
<i>Filinea longiseta</i>									X								X		11 R
<i>Filinia terminalis</i>									X				X						11 R
<i>Keratella tropica</i>													X						6 R
<i>Lecane bulla</i>					X		X												11 R
<i>Lecane cf. haliclysta</i>															X				6 R
<i>Lecane lateralis</i>										X									6 R
<i>Lecane lunaris</i>					X								X						11 R
<i>Lecane papuana</i>					X														6 R
<i>Lecane quadridentata</i>																	X		6 R
<i>Lecane sp</i>											X								6 R
<i>Proalis sp</i>											X								6 R
<i>Trichotria bicristata</i>							X												6 R

No período de seca ocorreu a maior riqueza de espécies de rotíferos, cladóceros e copépodos em um único corpo de água, a salina SR07. Por outro lado, durante o período chuvoso tanto de 2018 quanto de 2019 a salina SR07 não foi o corpo de água com a maior riqueza, porém, os valores de riqueza foram próximos aos obtidos nas salinas SR05, SR06 em 2018 e nas salinas SR01 e SR05 em 2019, as quais apresentaram as maiores riquezas de espécie no período chuvoso, evidenciando que esta apresentava características físicas, químicas e biológicas mais adequadas ao desenvolvimento do zooplâncton tanto no período de seca, quanto no período chuvoso.

Em relação à riqueza de espécies, os dados obtidos para seis salinas amostradas, são apresentados na Figura 12. Observa-se que a riqueza de espécies foi muito baixa no período seco na maioria das salinas, com ocorrência de apenas uma ou duas espécies. A exceção foi a salina SR07 em que a maior riqueza ocorreu neste período. Contudo, riquezas maiores, no geral, e maior variedade de grupos taxonômicos ocorreram no período chuvoso.

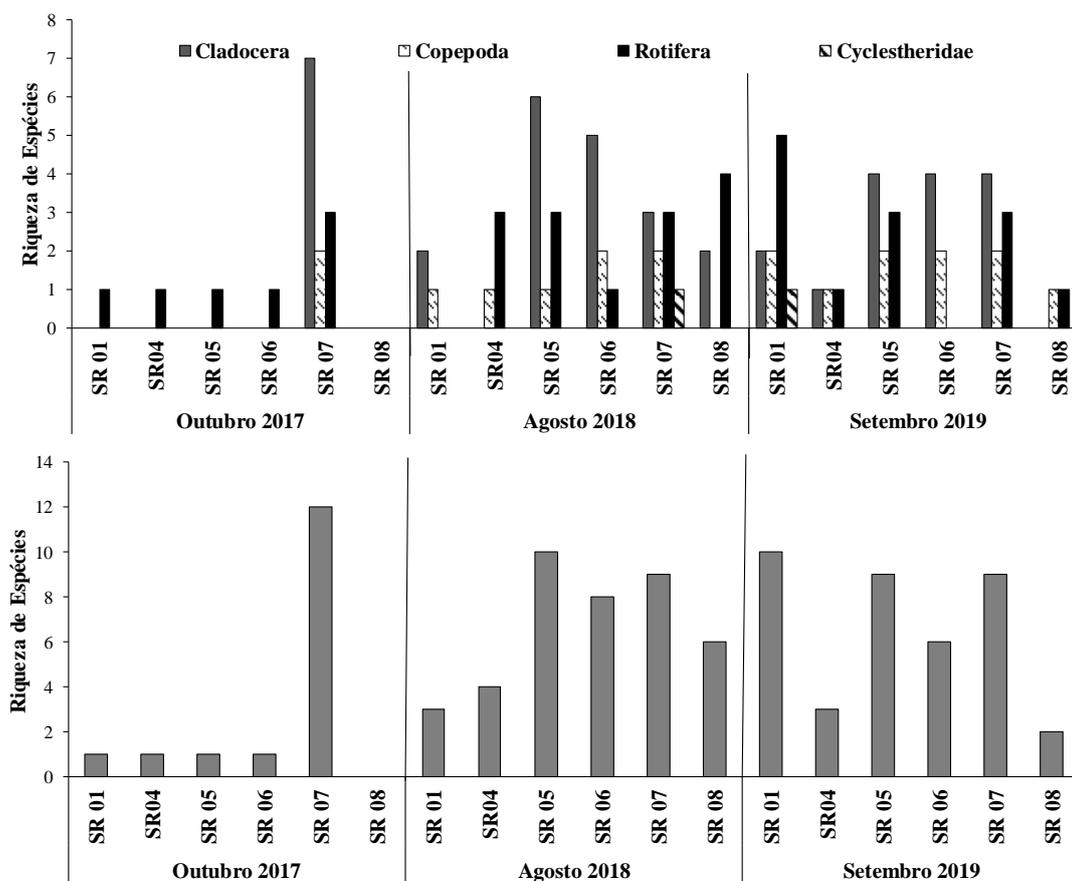


Figura 12 Riqueza de espécies das comunidades zooplânctônicas em salinas do Pantanal de Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, Brasil amostradas em outubro de 2017 (período seco), agosto de 2018 e setembro de 2019 (período chuvoso).

A única espécie de Rotífera, e a mais abundante, que ocorreu em quatro das 6 salinas amostradas no período de seca foi *Brachionus dimidiatus*, espécie cujas populações atingiram elevada densidade nas salinas, na ordem de milhões de indivíduos por metro cúbico. No período chuvoso, as densidades da comunidade zooplânctônica foram três ordens de magnitude menores, porém a riqueza foi relativamente elevada na maioria das salinas, onde diversos grupos taxonômicos estiveram representados.

Em relação à abundância numérica dos táxons observa-se que no período seco ocorreram explosões populacionais do rotífero *Brachionus dimidiatus* nas salinas SR01, SR04 e SR05 e que embora a salina SR07 contivesse a maior riqueza de espécies estas estiveram representadas por muito poucos indivíduos, como pode ser observado na Figura 13. No período chuvoso, as densidades da comunidade zooplânctônica foram três ordens de magnitude menores (Figura 14).

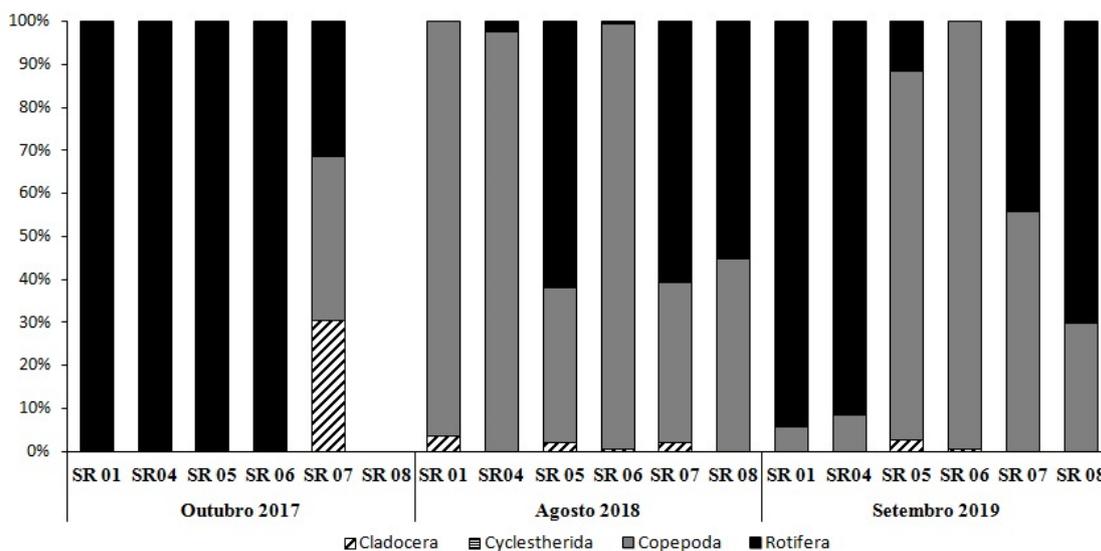


Figura 13 Abundância relativa (em porcentagem) dos principais grupos componentes do zooplâncton de seis Salinas no Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, Brasil, amostradas em outubro de 2017 (período seco), em agosto de 2018 e setembro de 2019 (período chuvoso).

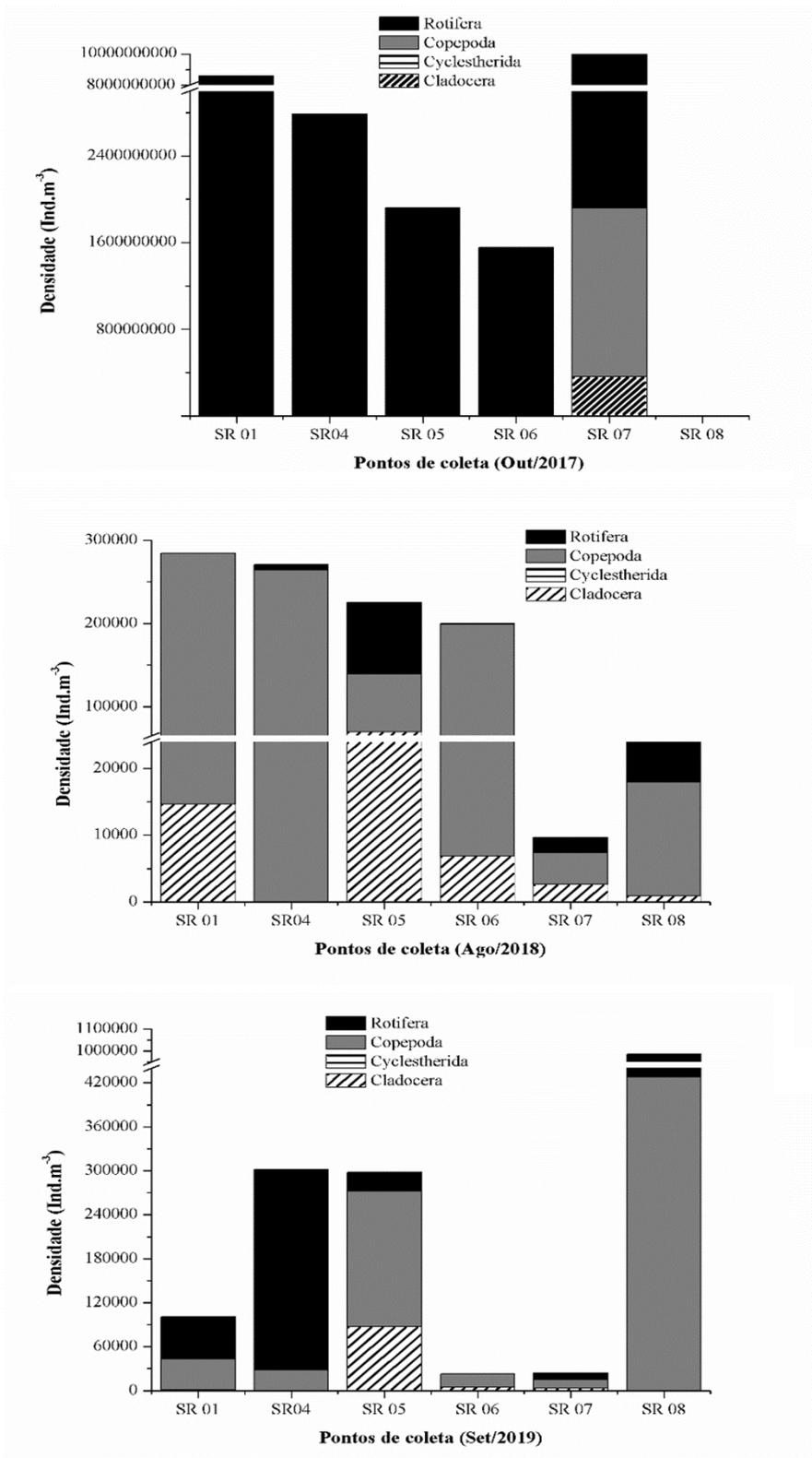


Figura 14 Densidade (ind. / m³) dos principais grupos no zooplâncton de seis Salinas no Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, Brasil, amostradas em outubro de 2017 (período seco), em agosto de 2018 e setembro de 2019 (período chuvoso).

Em relação a Análise de Correspondência Canônica (CCA), todas as espécies, exceto *Brachionus dimidiatus*, estiveram correlacionados negativamente às variáveis físicas e químicas da água (Figura 15). Para esta análise, o fator um explicou 43,6% da correlação entre os dados e o fator dois 68%. O rotífero *B. dimidiatus* não teve uma relação evidente com as variáveis analisadas, e seu valor de correlação foi muito próximo de zero.

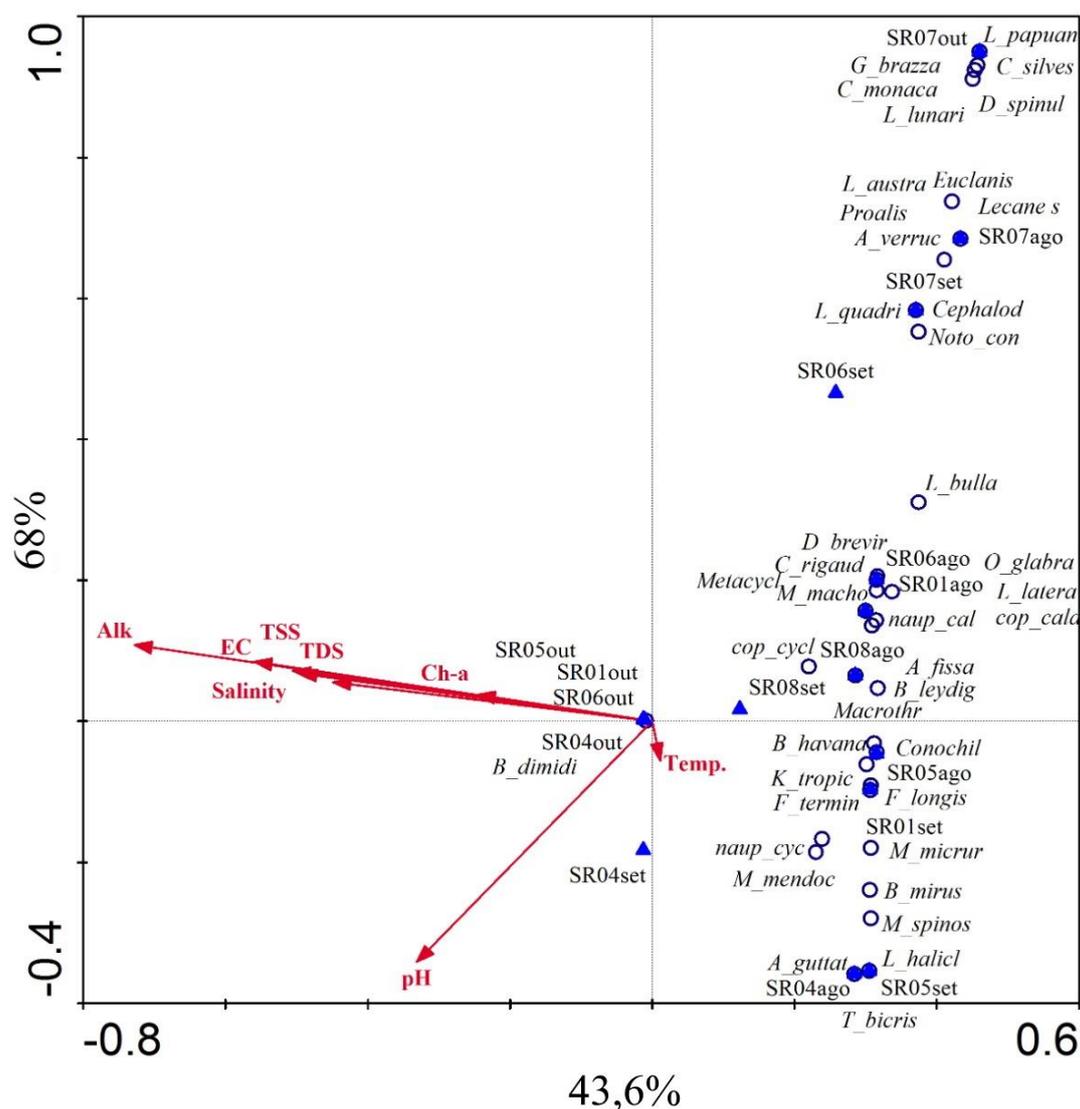


Figura 15 Análise de Correspondência Canônica entre a abundância dos organismos zooplânctônicos e das variáveis físicas e químicas das Salinas no Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, Brasil, em outubro de 2017 (na legenda pontos com out), em agosto de 2018 (na legenda pontos com ago) e setembro de 2019 (na legenda pontos com set). Alk - Alcalinidade; EC - Condutividade elétrica; Salinity - Salinidade; TDS - Sólidos totais dissolvidos; TSS - Sólidos totais suspensos; Ch-a - Concentração de Clorofila a; Temp - Temperatura.

5.3 Diversidade funcional da Comunidade Zooplancônica das Salinas na região da Nhecolândia- Pantanal Matogrossense, Brasil

Por meio da análise de agrupamento gerada a partir dos traços funcionais de cada espécie da comunidade zooplancônica foram reconhecidos sete grupos funcionais para o conjunto das seis Salinas (Figura 16), os quais são descritos abaixo:

Grupo funcional 1 (G1): Herbívoro litorâneo suspensívoro C de reprodução assexuada. Formado pelas espécies de Rotifera: *Conochilus* sp., *Euclanis* sp., *Lecane bulla*, *Lecane cf. haliclysta*, *Lecane lateralis*, *Lecane lunaris*, *Lecane papuana*, *Lecane quadridentata*, *Lecane* sp. e *Proalis* sp.

Grupo funcional 2 (G2): Herbívoro-detritívoro litorâneo raspador de reprodução assexuada. Estão nesse grupo os Cladocera da família Chydoridae: *Anthalona verrucosa*; *Alona guttata*; *Coronatella monacantha* e *Ovalona glabra*.

Grupo funcional 3 (G3): Herbívoro litorâneo raspador de reprodução assexuada. Esse grupo é formado pelos cladóceros da família Macrothricidae (*Grimaldina brazzai*, *Macrothrix spinosa* e *Macrothrix* sp.) e por *Latonopsis australis*.

Grupo funcional 4 (G4): Onívoro pelágicos raptorial de reprodução sexuada. Estão neste grupo os copépodes da ordem Cyclopoida: *Metacyclops mendocinus* e *Metacyclops* sp.

Grupo funcional 5 (G5): Herbívoros pelágicos suspensívoros de reprodução sexuada. Formado pelos náuplios de Copepoda e pela ordem Calanoida (*Notodiptomus coniferoides*).

Grupo funcional 6 (G6): Herbívoros pelágico suspensívoros F de reprodução assexuada. Formado pelos cladóceros *Ceriodaphnia silvestrii*, *C. cornuta rigaudi*, *Diaphanosoma brevireme*, *D. spinulosum* e *Moina micrura*.

Grupo funcional 7 (G7): Herbívoros pelágico suspensívoro C de reprodução assexuada. Formadas pelos rotíferos *Anuaeropsis fissa*, *Brachionus dimidiatus*, *B. havanaensis*, *B. leydigi*, *B. mirus*, *Cephalodella* sp., *Filinia longiseta*, *F. terminalis*, *Keratella tropica* e *Trichotria bicristata*.

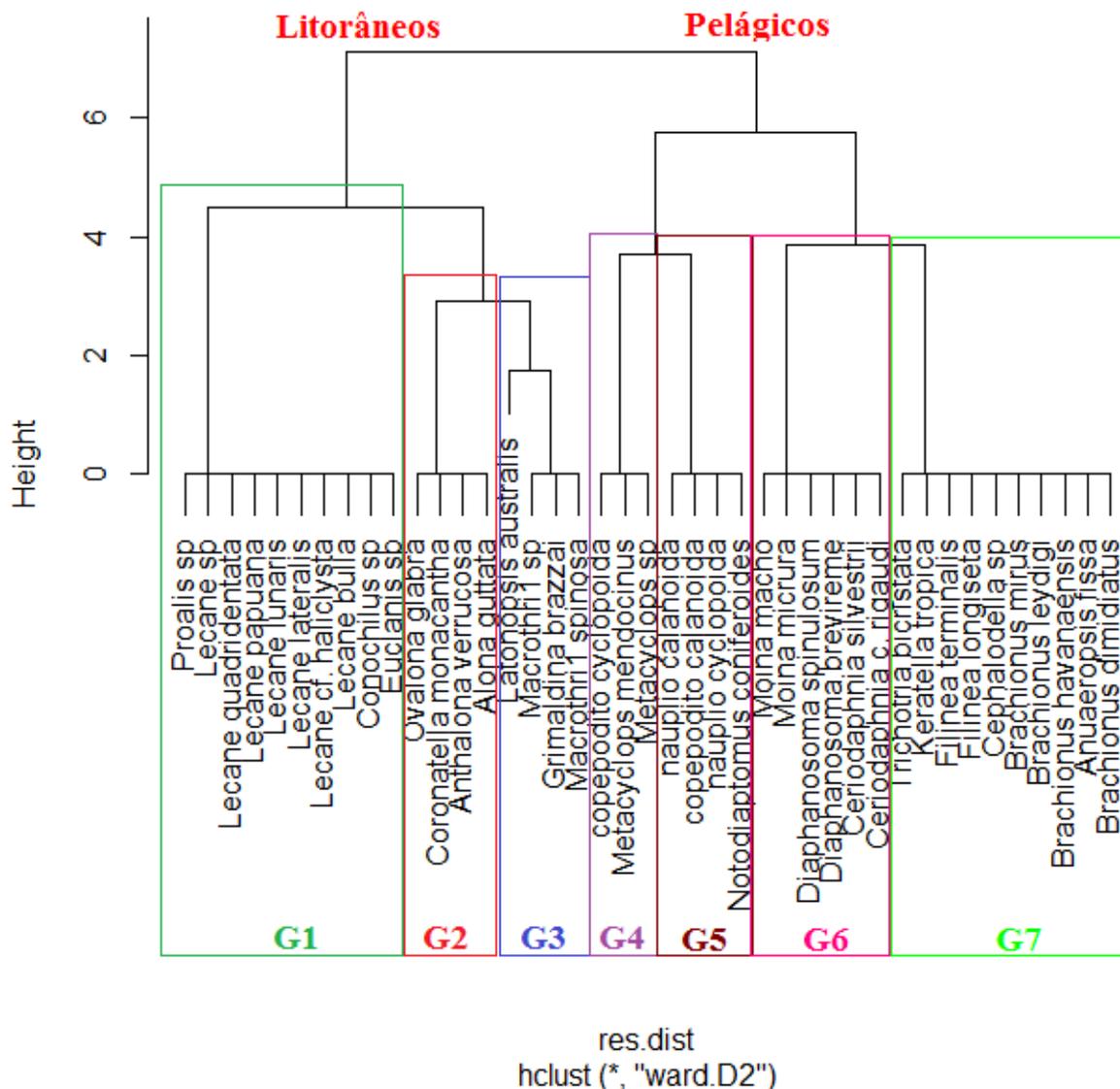


Figura 16 Dendrograma funcional construído a partir dos traços funcionais definidos evidenciando os grupos funcionais formados pelas espécies das comunidades zooplânctônicas registradas nas seis Salinas amostradas no Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, Brasil, em outubro de 2017 (período seco), em agosto de 2018 e setembro de 2019 (período chuvoso). G1: Herbívoro litorâneo suspensívoro C de reprodução assexuada; G2 - Grupo funcional 2; G3 - Grupo funcional 3; G4 - Grupo funcional 4; G5 - Grupo funcional 5; G6 - Grupo funcional 6 e G7 - Grupo funcional 7.

Em relação à Diversidade Funcional, o maior valor (1,14) foi obtido para os pontos SR05 em agosto de 2018 e setembro de 2019, SR06 em agosto de 2018 e no ponto SR07 em outubro de 2017 e setembro de 2019. Em outubro de 2017 foram observados os menores valores de diversidade funcional nos pontos SR01, SR04, SR05 e SR06 (Figura 17). Os valores de diversidade funcional estiveram relacionados com a riqueza de

espécies, ou seja, as salinas em que foram registradas maior diversidade funcional também tiveram maior riqueza de espécies (Figura 17).

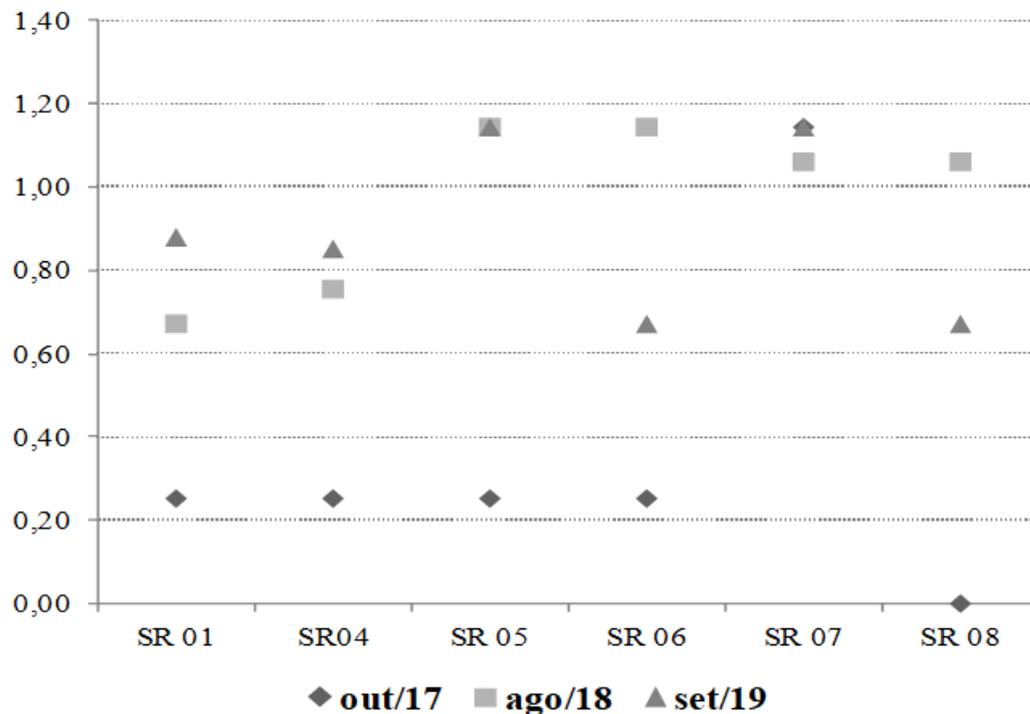
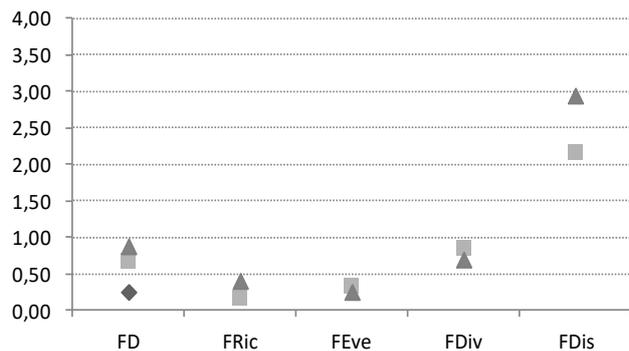


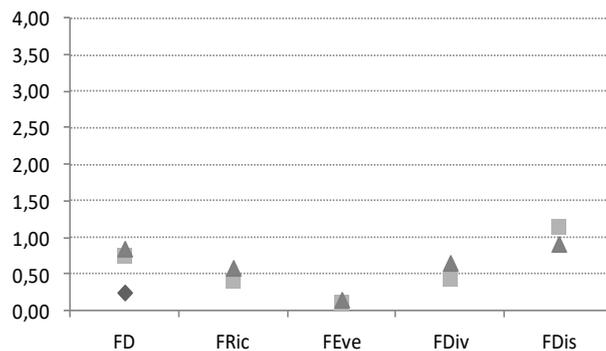
Figura 17 Valores de diversidade funcional registrados em seis Salinas no Pantanal de Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, Brasil, em outubro de 2017 (período seco), em agosto de 2018 e setembro de 2019 (período chuvoso).

Em relação aos índices de diversidade funcional, o FEve, FDiv e FRic não foram calculados para comunidades com menos que três espécies funcionalmente singulares, como ocorrido na amostragem do mês de outubro de 2017 para os pontos das salinas SR01, SR04, SR05, SR06 e SR08. No cálculo dos índices, houve redução de dimensionalidade para a FRic, com qualidade da representação igual a 0,6295.

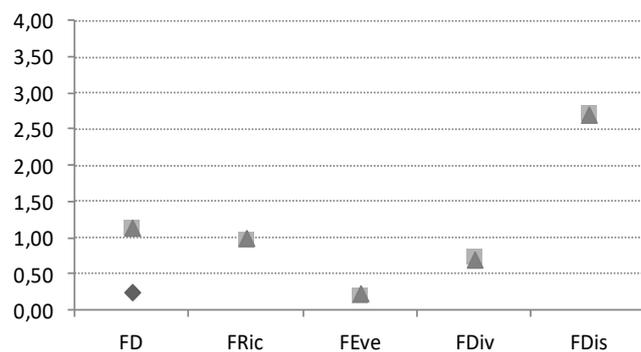
Os valores de dispersão funcional (FDis) e de divergência funcional (FDiv) foram maiores que os outros índices de diversidade na maior parte das amostragens. Nos pontos SR01, SR04, SR06 e SR08 a riqueza funcional (FRic) foi menor que a diversidade funcional (FD). Em todos os pontos a uniformidade funcional (FEve) foi baixa. Observa-se nos pontos SR06 e SR08 uma diminuição dos valores dos índices calculados no ano de 2019, quando comparados aos outros anos (Figura 18).



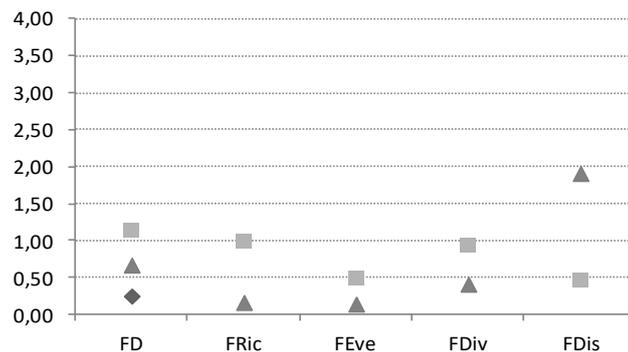
SR01



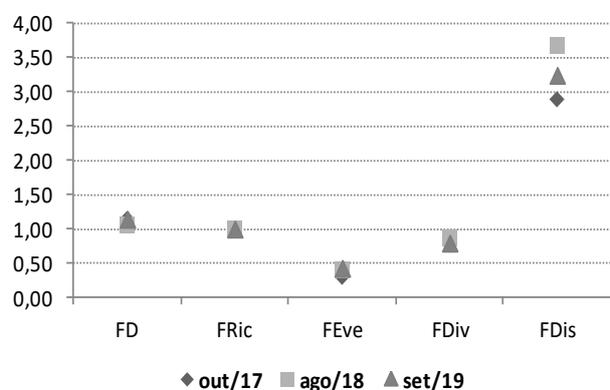
SR04



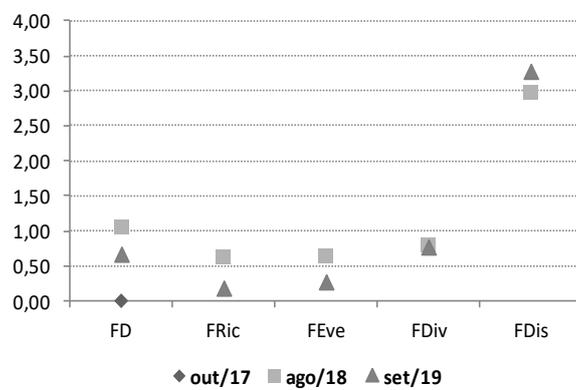
SR05



SR06



SR07



SR08

Figura 18 Índices de diversidade funcional registrados em seis Salinas no Pantanal de Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, Brasil, em outubro de 2017 (período seco), em agosto de 2018 e setembro de 2019 (período chuvoso). FD - Diversidade Funcional; FRic - Riqueza Funcional; FEve - Uniformidade Funcional; FDiv - Divergência Funcional; FDis - Dispersão Funcional.

Com relação aos grupos funcionais foi observada uma dominância do grupo herbívoro pelágico suspensívoro C de reprodução assexuada (G7) no ano de 2017 nas

salinas SR01, SR04, SR05 e SR06. Houve uma mudança na composição funcional em alguns pontos ao longo dos anos. Por exemplo, em SR01 no ano de 2017 o grupo dominante era o G7. Já em 2018, novos grupos funcionais foram registrados, com maior abundância de onívoros pelágicos raptorais de reprodução sexuada (G4). Na amostragem de 2019, um outro grupo é observado, o dos herbívoros litorâneos suspensívoros C de reprodução assexuada (G1). Na salina SR07, em 2017 as espécies do grupo G6 (herbívoros pelágicos suspensívoros F de reprodução assexuada) tiveram maiores abundâncias, enquanto em 2018 e 2019 foram as do grupo G5 (Herbívoros pelágicos suspensívoros de reprodução sexuada). Os herbívoros litorâneos raspadores de reprodução assexuada foram os menos frequentes ao longo dos três períodos amostrados (Figura 19).

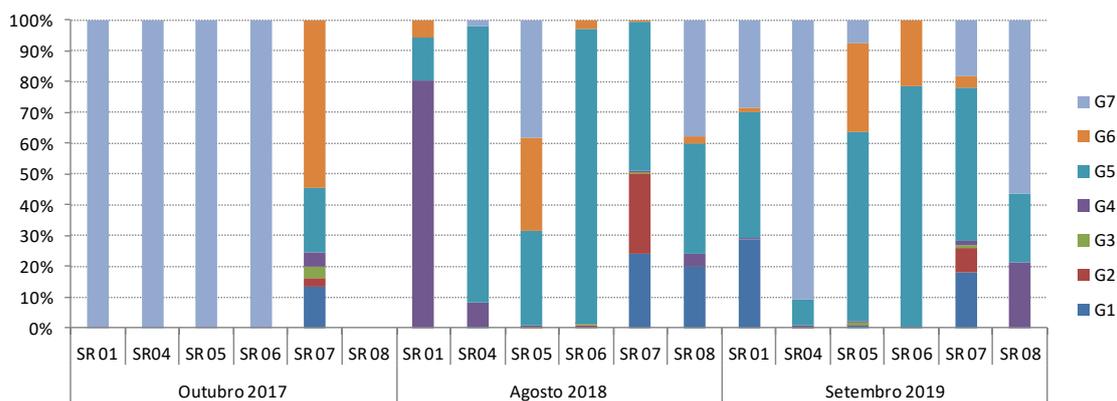


Figura 19 Abundância dos grupos funcionais da comunidade zooplancônica registrados nas seis Salinas no Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, Brasil, em outubro de 2017, em agosto de 2018 e setembro de 2019. G1: Herbívoro litorâneo suspensívoro C de reprodução assexuada; G2 - Herbívoro-detritívoro litorâneo raspador de reprodução assexuada; G3 - Herbívoro litorâneo raspador de reprodução assexuada; G4 - Onívoro pelágicos raptorial de reprodução sexuada; G5 - Herbívoros pelágicos suspensívoros de reprodução sexuada; G6 - Herbívoros pelágico suspensívoros F de reprodução assexuada e G7 - Herbívoros pelágico suspensívoro C de reprodução assexuada.

Em relação a Análise de Correspondência Canônica (CCA), todos os grupos funcionais, exceto G7, estiveram correlacionados negativamente às variáveis físicas e químicas da água (Figura 20). Para esta análise, o eixo um explicou 74,3% da correlação entre os dados e o eixo dois 91,4%. O grupo G7 não teve uma relação evidente com as

variáveis analisadas, e seu valor de correção foi muito próximo de zero. Os grupos G5 e G4 relacionam-se negativamente com as variáveis físicas e químicas.

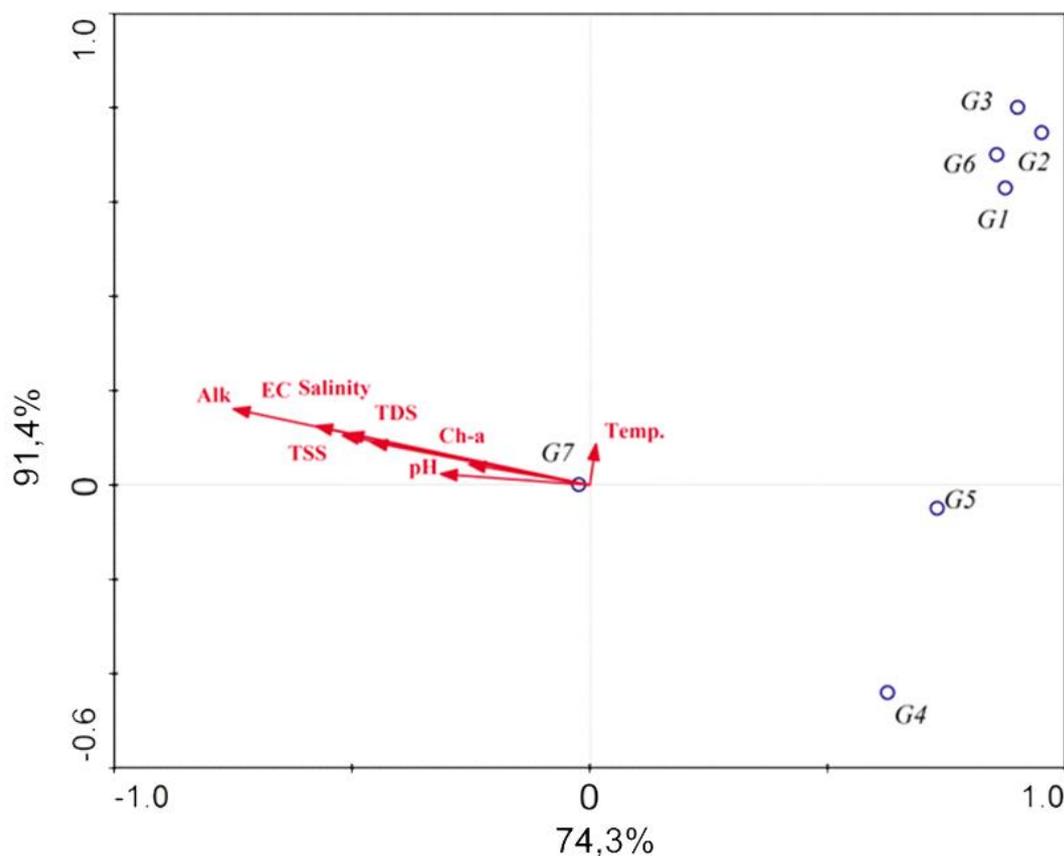


Figura 20 Análise de Correspondência Canônica (CCA) dos grupos funcionais da comunidade zooplancônica e das variáveis físicas e químicas nas Salinas no Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, Brasil, em outubro de 2017 (período seco), em agosto de 2018 e setembro de 2019 (período chuvoso). G1: Herbívoro litorâneo suspensívoro C de reprodução assexuada; G2 - Herbívoro-detritívoro litorâneo raspador de reprodução assexuada; G3 - Herbívoro litorâneo raspador de reprodução assexuada; G4 - Onívoro pelágico raptorial de reprodução sexuada; G5 - Herbívoros pelágicos suspensívoros de reprodução sexuada; G6 - Herbívoros pelágico suspensívoros F de reprodução assexuada e G7 - Herbívoros pelágico suspensívoro C de reprodução assexuada; Alk - Alcalinidade; EC - Condutividade elétrica; Salinity - Salinidade; TDS - Sólidos totais dissolvidos; TSS - Sólidos totais suspensos; Ch-a - Concentração de Clorofila *a*; Temp. - Temperatura.

As amostragens realizadas em outubro de 2017 nas salinas SR01, SR04, SR05 e SR06 tiveram uma baixa correção com os traços funcionais, com valores de correção próximo de zero (Figura 21). Para esta análise, o fator um explicou 45,5% da correlação

entre os dados e o fator dois 70%. Os outros pontos, correlacionaram-se negativamente com os traços do grupo trófico herbívoro, hábito alimentar suspensívoro C, reprodução assexuada e habitat pelágico.

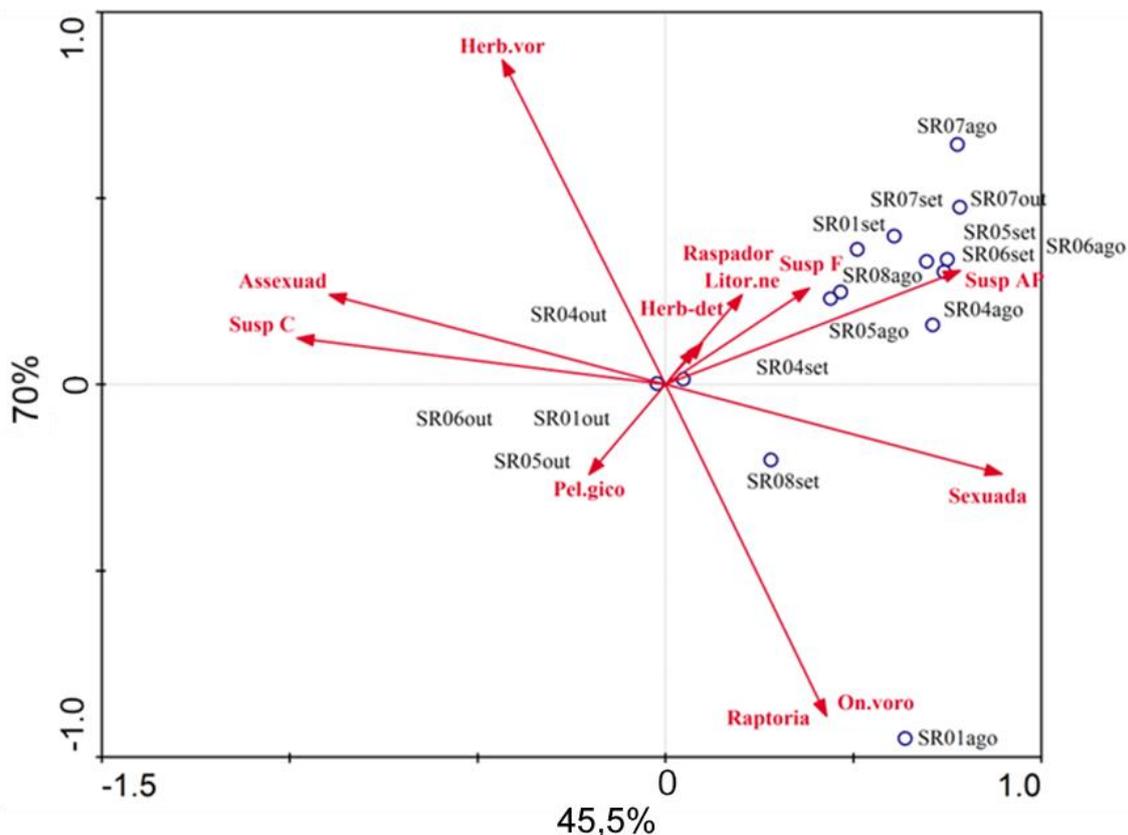


Figura 21 Análise de Correspondência Canônica (CCA) dos traços funcionais das espécies da comunidade zooplancônica e das Salinas no Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, Brasil, em outubro de 2017 (na legenda pontos com out), em agosto de 2018 (na legenda pontos com ago) e setembro de 2019 (na legenda pontos com set). G1: Herbívoro litorâneo suspensívoro C de reprodução assexuada; G2 - Herbívoro-detritívoro litorâneo raspador de reprodução assexuada; G3 - Herbívoro litorâneo raspador de reprodução assexuada; G4 - Onívoro pelágicos raptorial de reprodução sexuada; G5 - Herbívoros pelágicos suspensívoros de reprodução sexuada; G6 - Herbívoros pelágico suspensívoros F de reprodução assexuada e G7 - Herbívoros pelágico suspensívoro C de reprodução assexuada; Raptoria - Raptorial; On.voro - Onívoro; Pelágico - Pelágico; Susp C - Suspensívoro C; Assexuad - Reprodução assexuada; Herb.vor - Herbívoro; Herb-det - Herbívoro detritívoro; Litor.ne - Litorâneo; Susp F - Suspensívoro F; Susp AP - Suspensívoro AP.

5.4 Composição e Abundância da comunidade zooplanctônica da baía do Gerente na região da Nhecolândia- Pantanal Matogrossense, Brasil

A composição da comunidade zooplanctônica da Baía do Gerente amostrada nas campanhas realizadas nos meses de outubro 2017, agosto 2018 e setembro de 2019 é apresentada na Tabela 4. No total foram identificadas 58 espécies sendo que 17 espécies ocorreram em 2017, 24 espécies em 2018 e 39 espécies em 2019. Dentre os grupos da comunidade zooplanctônica a maior riqueza foi obtida para o grupo Cladocera (28), seguido de Rotifera (23) e Copepoda (3). No grupo Cladocera, a família Chydoridae foi a mais representativa, com 18 táxons representando 64,2% da riqueza total dos cladóceros, seguida da família Daphnidae e Bosminidae com 3 táxons cada, Macrothricidae com 2 e Ilyocryptidae e Sididae com 1 táxon cada. Quanto aos Rotifera, este grupo esteve representado por espécies pertencentes a 10 famílias, sendo Lecanidae a família com maior riqueza, com 7 espécies (30,4%), seguida da família Brachionidae, com 4 táxons.

Em relação à frequência de ocorrência das espécies, a maior parte destas foram comuns (41), ocorrendo em apenas 1 das coletas. Dentre as 10 espécies classificadas como frequentes encontram-se os Cladocera *Alona isabellae* (Figura 22), *Ephemeroporus tridentatus* (Figura 23), *Ilyocryptus spinifer*, o Copepoda Calanoida *Notodiaptomus coniferoides* (adulto e fases juvenis) e os rotíferos *Conochilus natans*, *Ptygura* sp., *Brachionus caudatus* (Figura 24), *Gastropus* sp., *Lecane bulla* e *Macrochaetus* sp. Apenas uma espécie de cada grupo foi constante, ocorrendo nas três coletas realizadas: *Alonella dadayi*, *Metacyclops mendocinus* (adulto e fases juvenis) e *Keratella americana*.

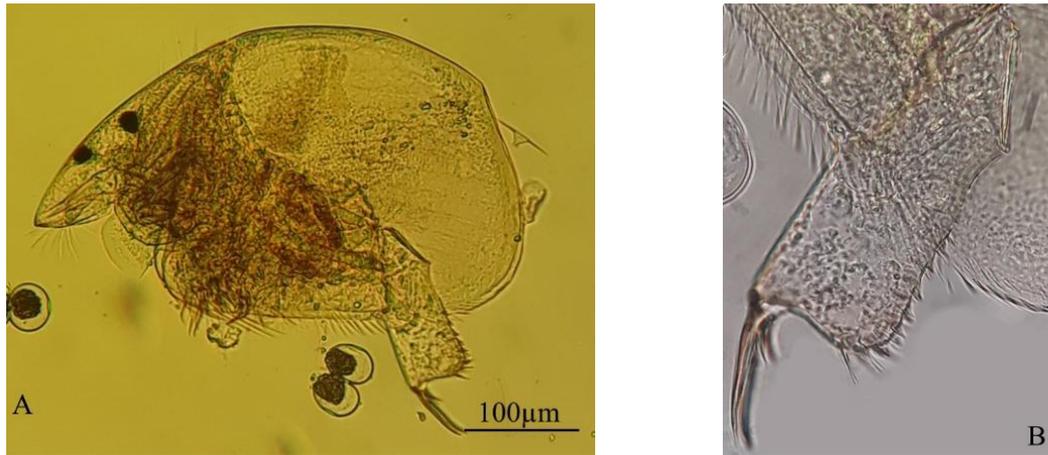


Figura 22 *Alona isabellae* Sousa, Elmoor-Loureiro & Santos 2016. A: aspecto geral, B: pós-abdome.

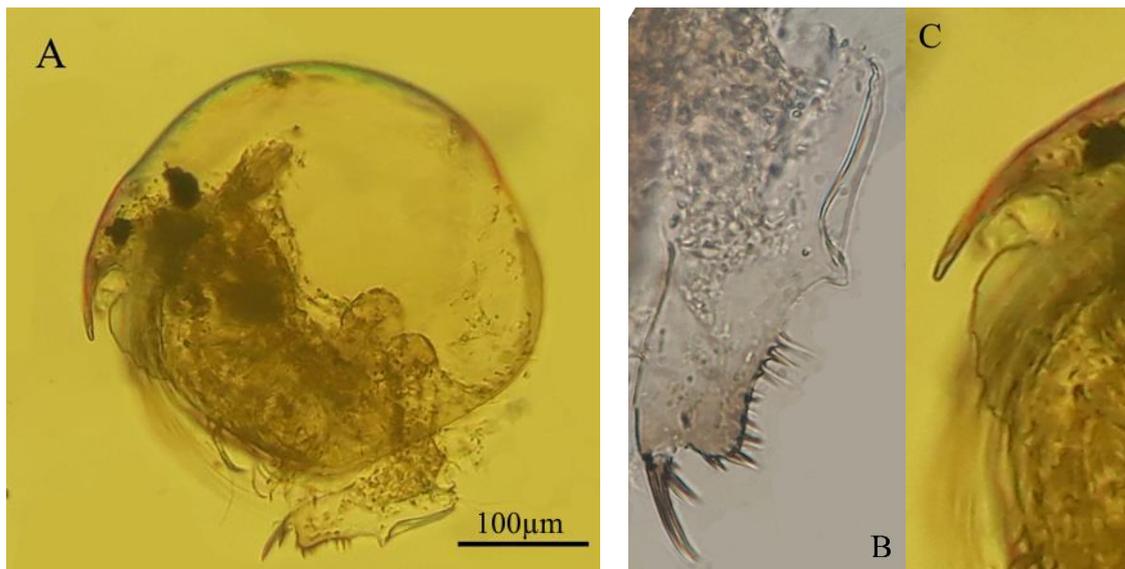


Figura 23 *Ephemeroporus tridentatus* (Bergamin, 1931). A. aspecto geral; B: pós-abdome C: labro.

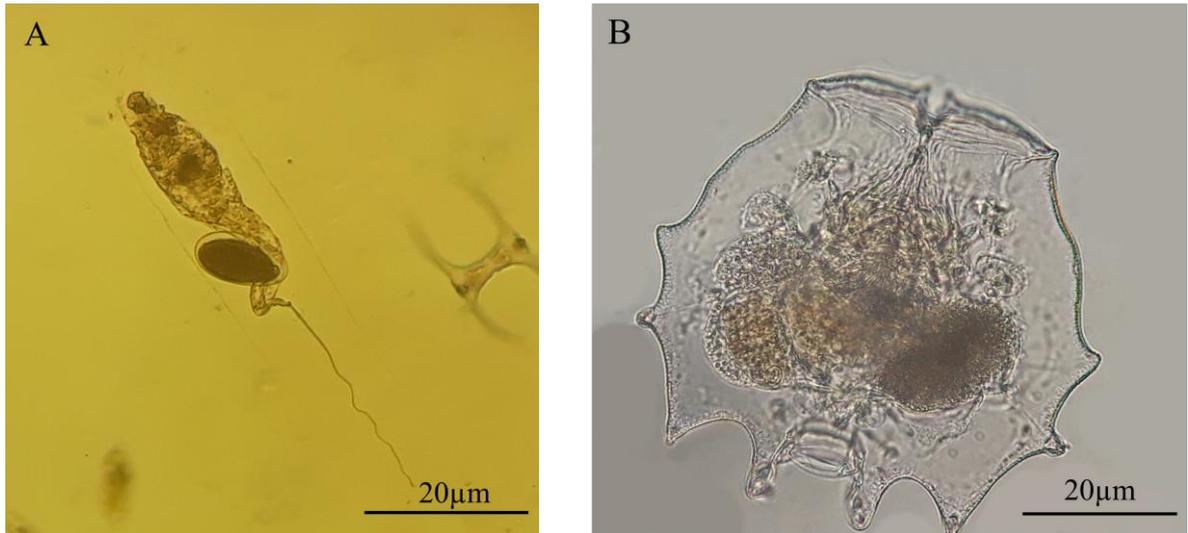


Figura 24 Aspectos geral dos Rotíferos à direita *Ptygura* sp. (A) e à esquerda o *Brachionus caudatus* (B).

Tabela 4 Riqueza, ocorrência e valores do Índice de Constância de Dajoz (ICD) dos grupos Cladocera, Copepoda e Rotifera nas amostragens de outubro 2017, agosto 2018 e setembro de 2019 na Baía do Gerente, Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul – MS, Brasil.

Filo/Sub filo/Classe	Ordem	Familia	Especie	Baia do Gerente			ICD		
				2017	2018	2019			
Arthropoda/Crustacea/Branchiopoda	Cladocera	Bosminidae	<i>Bosmina hagmani</i>		X		C		
			<i>Bosmina tubicen</i>		X		C		
			<i>Bosminopsis deitersi</i>			X	C		
		Chydoridae	<i>Anthalona verrucosa</i>				X	C	
			<i>Alona guttata</i>				X	C	
			<i>Alona isabelae</i>		X	X		F	
			<i>Alona cf. ossiani</i>			X		C	
			<i>Alona sp.</i>		X			C	
			<i>Alonella clathratula</i>			X		C	
			<i>Alonella dadayi</i>	X	X	X		C	
			<i>Anthalona cf. brandorffi</i>			X		C	
			<i>Camptocercus australis</i>			X		C	
			<i>Chydorus eurynotus</i>			X		C	
			<i>Chydorus pubescens</i>			X		C	
			<i>Chydorus sp.</i>			X		C	
			<i>Coronatella monacantha</i>			X		C	
			<i>Disparalona leptorhynchva</i>			X		C	
		<i>Ephemeroporus hybridus</i>			X		C		
		<i>Ephemeroporus tridentatus</i>		X	X		F		
		<i>Magnospina dentifera</i>		X			C		
		<i>Ovalona glabra</i>		X			C		
		Daphniidae	<i>Ceriodaphnia c. rigaudi</i>	X				C	
			<i>Diaphanosoma spinulosum</i>		X			C	
			<i>Daphnia sp.</i>		X			C	
		Ilyocryptidae	<i>Ilyocryptus spinifer</i>		X	X		F	
		Macrothricidae	<i>Macrothrix spinosa</i>			X		C	
			<i>Macrothrix sp.</i>				X	C	
Sididae	<i>Latonopsis australis</i>				X	C			
//Maxillopoda	Calanoida	Diaptomidae	<i>Notodiaptomus coniferoides</i>	X	X		F		
			copepodito calanoida		X	X	F		
			nauplio calanoida	X	X		F		
	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Metacyclops mendocinus</i>	X	X	X	C		
			copepodito cyclopoida	X	X	X	C		
			nauplio cyclopoida	X	X	X	C		
	Arguloida	Argulidae	<i>Argulus sp.</i>	X			C		
Rotifera//Monogononta	Flosculariacea	Asteraceae	<i>Synchaeta sp.</i>	X			C		
			Conochilidae	<i>Conochilus natans</i>		X	X	F	
		Floscularidae	<i>Testudinella sp.</i>			X		C	
			<i>Ptygura sp.</i>	X		X		F	
		Ploimida	Brachionidae	<i>Brachionus caudatus</i>		X	X	F	
				<i>Brachionus dimidiatus</i>	X			C	
				<i>Brachionus falcatus</i>		X		C	
				<i>Keratella americana</i>	X	X	X	C	
		Euchlanidae	<i>Euclanis sp.</i>			X		C	
		Gastropodidae	<i>Gastropus sp.</i>	X	X			F	
		Lecanidae	<i>Lecane bulla</i>	X		X		F	
			<i>Lecane cf. cornuta</i>	X				C	
			<i>Lecane curvicornis</i>	X				C	
			<i>Lecane ludwigii</i>			X		C	
			<i>Lecane lunaris</i>			X		C	
			<i>Lecane monostyla</i>			X		C	
			<i>Lecane sp.</i>			X		C	
			Lepadellidae	<i>Lepadella sp.</i>			X		C
			Notommatidae	<i>Monommata sp.</i>			X		C
				<i>Notommata sp.</i>			X		C
		<i>Cephalodella sp.</i>				X		C	
		Trichotriidae	<i>Macrochaetus sp.</i>		X	X		F	
			Morfotipo 1		X			C	

A maior riqueza de espécies foi registrada em setembro de 2019, quando 37 dos táxons foram contabilizados. A maior parte foi constituída por organismos do grupo Cladocera (19) destacando-se a família Chydoridae que representou 78,9% do total de espécies do grupo na coleta de 2019, seguida do grupo Rotifera (16) e Copepoda (2). A riqueza de espécies registrada para a comunidade zooplancônica coletada em agosto de 2018 também foi elevada (20), com maior riqueza de espécies do grupo Cladocera (12), sendo a família Chydoridae a mais representativa com 50% do total das espécies, seguida dos grupos Rotifera (6) e Copepoda (2). A menor riqueza foi registrada em outubro de 2017, período de seca, com 14 táxons contabilizados, sendo a maior parte dos táxons pertencentes ao grupo Rotifera (9), seguido de Cladocera (3) e Copepoda (2) (Figura 25).

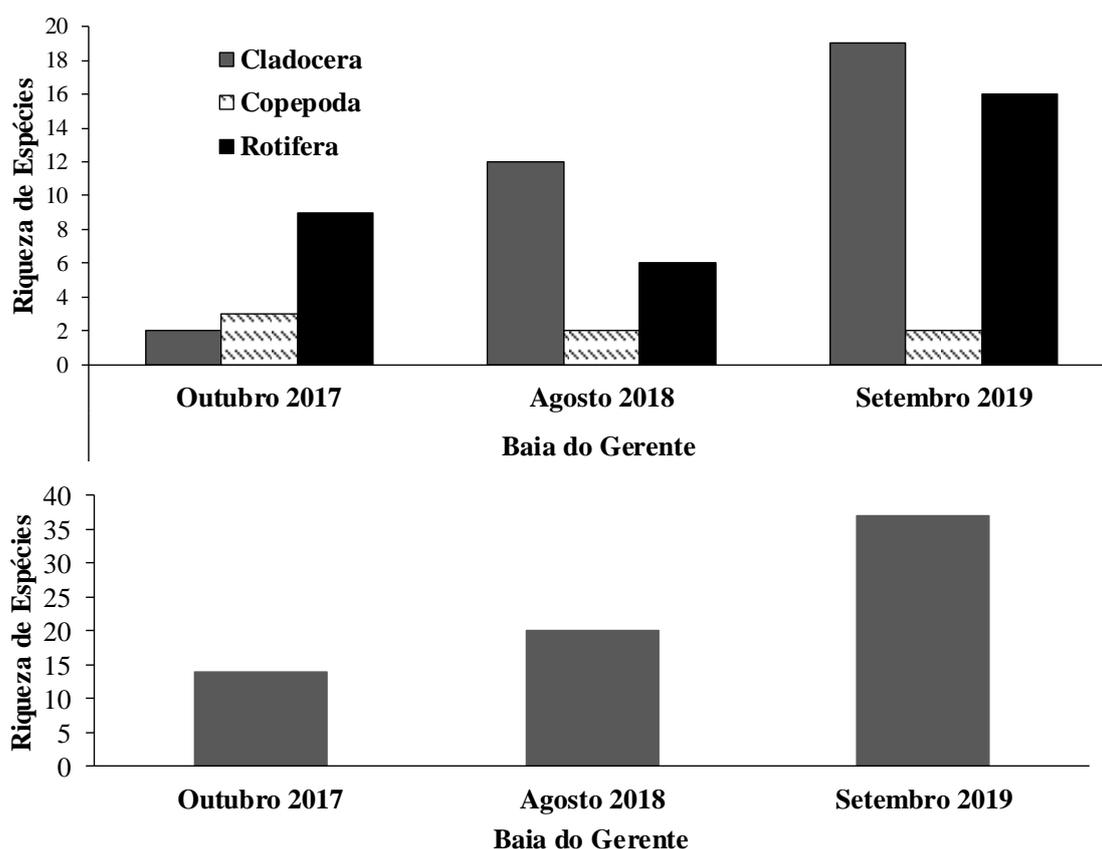


Figura 25 Riqueza de espécies das comunidades zooplancônicas na Baía do Gerente do Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, Brasil amostradas em outubro de 2017 (período seco), agosto de 2018 e setembro de 2019 (período chuvoso). Acima riqueza por grupos e abaixo, riqueza total.

Em relação à abundância relativa, na coleta de setembro de 2019 observou-se maior representatividade do grupo Cladocera (53,5%) e do grupo Rotifera com 40,3% da abundância total. Já nas comunidades coletadas em outubro de 2017 e agosto de 2018 houve maior abundância relativa de Rotifera, com 74% e 50,2% respectivamente (Figura 26). Em todas as coletas as maiores densidades foram de espécies do grupo Rotifera. Em agosto de 2018 destacaram-se as espécies *Brachionus caudatus* e *Brachionus falcatus* que juntas atingiram mais de 180.000 ind.m³ no ambiente. A maior parte das densidades de Copepoda foram compostas pelas fases juvenis, náuplios e copepoditos, nas três coletas (Figura 27).

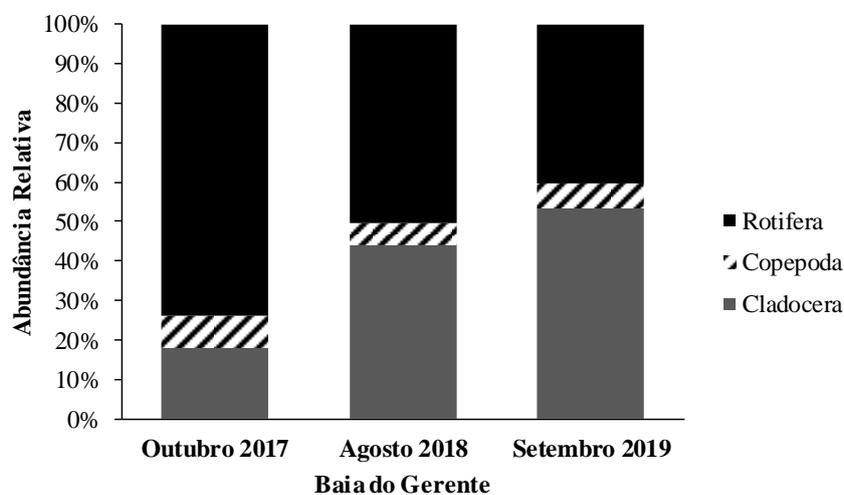


Figura 26 Abundância dos principais grupos no zooplâncton na Baía do Gerente do Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, Brasil, amostradas em outubro de 2017 (período seco), em agosto de 2018 e setembro de 2019 (período chuvoso).

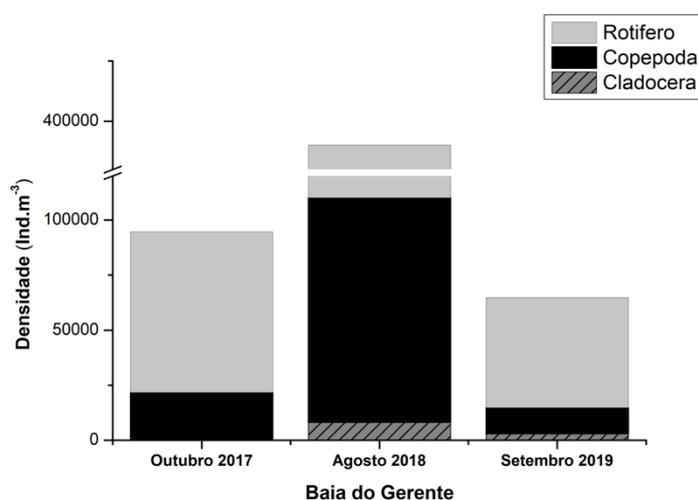


Figura 27 Densidade (ind. / m³) dos principais grupos no zooplânctônicos na Baía do Gerente do Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, Brasil, amostradas em outubro de 2017 (período seco), em agosto de 2018 e setembro de 2019 (período chuvoso).

5.5 Ciclo de Vida e DNA barcode da espécie neotropical *Chydorus nitidulus* Sars, 1901 e *Chydorus eurynotus* Sars, 1901 (Cladocera, Anomopoda, Chydoridae)

Ao longo do desenvolvimento o tamanho corporal de *C. nitidulus* (Figura 28) variou de 200 a 420 μm e o de *C. eurynotus* de 220 a 500 μm (Figura 29). O comprimento das neonatas foi homogêneo, com valor médio de $200 \pm 0,7 \mu\text{m}$ para *C. nitidulus* e de $276 \pm 27,4 \mu\text{m}$ para *C. eurynotus*. *Chydorus nitidulus* alcançou a maturidade no 4º ínstar com $5,6 \pm 1,89$ dias de idade e com tamanho corporal médio de $338,6 \pm 8,84 \mu\text{m}$. *Chydorus eurynotus* alcançou a maturidade no 3º ínstar com $3,77 \pm 0,89$ dias e com tamanho corporal médio de $388,6 \pm 32,99 \mu\text{m}$. A longevidade média de *C. nitidulus* foi de $36,14 \pm 13,78$ e máxima de 59,25 dias, enquanto para *C. eurynotus* foi observada longevidade média de $32,68 \pm 15,53$ e longevidade máxima de 63,29 dias. Os principais parâmetros do ciclo de vida de *Chydorus nitidulus* e *Chydorus eurynotus* (Cladocera: Chydoridae) estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 Principais parâmetros do ciclo de vida de *Chydorus nitidulus* e *Chydorus eurynotus* (Cladocera: Chydoridae), em cultivos de laboratório a $25,0 \pm 1,0 \text{ }^\circ\text{C}$ e fotoperíodo de 12 h: 12h claro / escuro.

Parâmetros do ciclo de vida	Valores	
	<i>Chydorus nitidulus</i>	<i>Chydorus eurynotus</i>
Tamanho médio da neonata (μm)	$200 \pm 0,7$	$276 \pm 27,46$
Tamanho mínimo da primípara (μm)	320	340
Tamanho médio do primípara (μm)	$338,66 \pm 8,84$	$388 \pm 32,99$
Tamanho médio adulto (μm)	$408,57 \pm 10,69$	$483,33 \pm 17,32$
Número de ínstars entre neonata e primípara	$4 \pm 0,51$	$2,6 \pm 0,63$
Número médio de ninhadas por fêmea	$14,53 \pm 6,57$	$8,66 \pm 3,75$
Número máximo de ninhadas por fêmea	25	17
Número médio de ovos em todo o ciclo de vida	$29 \pm 13,15$	$20,6 \pm 7,12$
Fecundidade média (ovos fêmea ⁻¹ ninhada ⁻¹)	2	2
Tempo de desenvolvimento embrionário (dias)	$1,95 \pm 0,12$	$1,95 \pm 0,15$
Idade da primípara (dias)	$5,61 \pm 1,89$	$3,77 \pm 0,89$
Longevidade média (dias)	$36,14 \pm 13,78$	$32,68 \pm 15,53$
Longevidade máxima (dias)	59,25	63,29

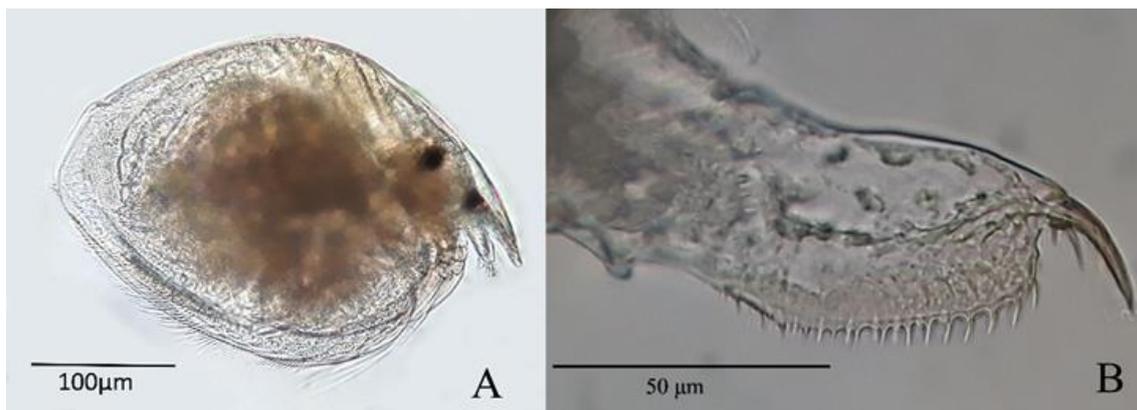


Figura 28 *Chydorus nitidulus* coletado na Baía do Gerente, Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, MS, Brasil. (A) Visão geral, (B) Pós-abdome.

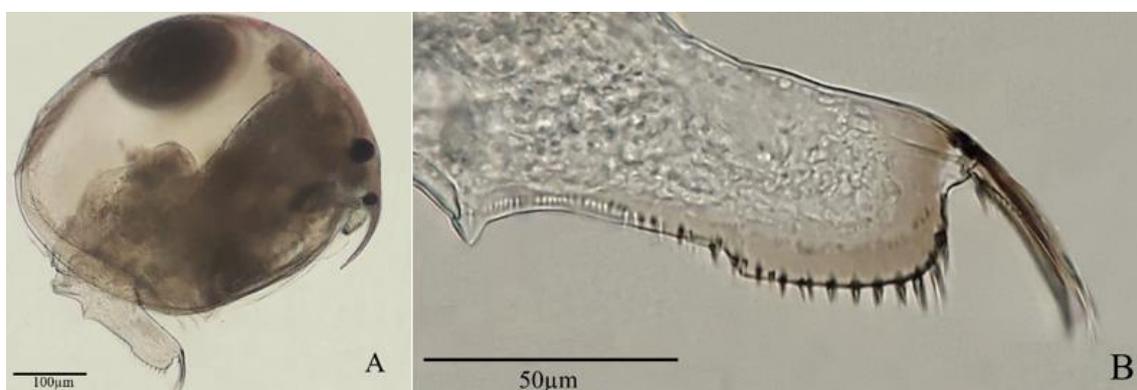


Figura 29 *Chydorus eurynotus* coletado na Baía do Gerente, Pantanal de Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, MS, Brasil. (A) Visão geral, (B) Pós-abdome.

As figuras 30 e 31 mostram as curvas ajustadas para o crescimento individual de *C. nitidulus* e *C. eurynotus* em função do tempo (dias). Para a maioria dos indivíduos, quatro ínstares juvenis e três ínstares adultos foram registrados ao longo do ciclo de vida de *C. nitidulus* e três ínstares juvenis e três ínstares adultos foram registrados durante todo o ciclo de vida de *C. eurynotus*.

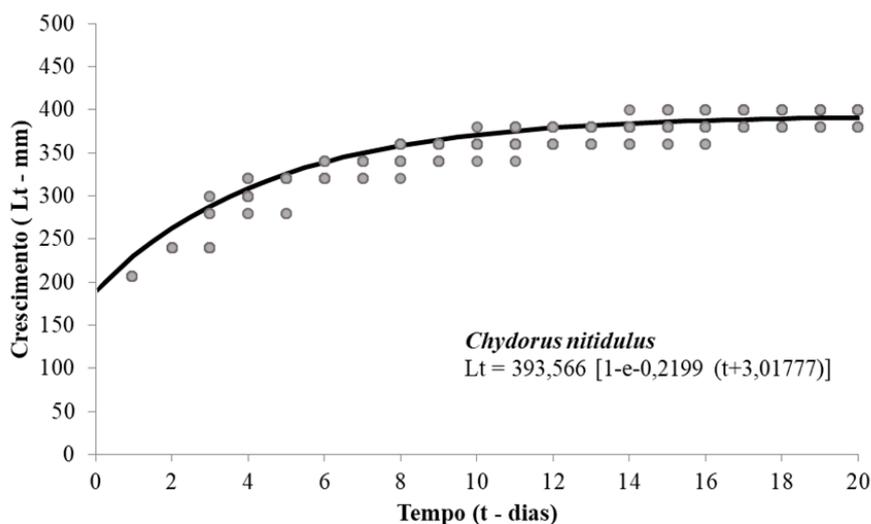


Figura 30 Curva logística ajustada do crescimento individual de *Chydorus nitidulus* (Cladocera, Chydoridae) cultivados em laboratório a 25 ± 1 °C, fotoperíodo claro/escuro de 12h:12h, alimentados com a alga microclorofícea *Pseudokirchneriella subcapitata* na densidade de 1×10^5 células mL^{-1} . Os pontos representam os valores empíricos obtidos para 15 indivíduos (réplicas). L_t = comprimento total.

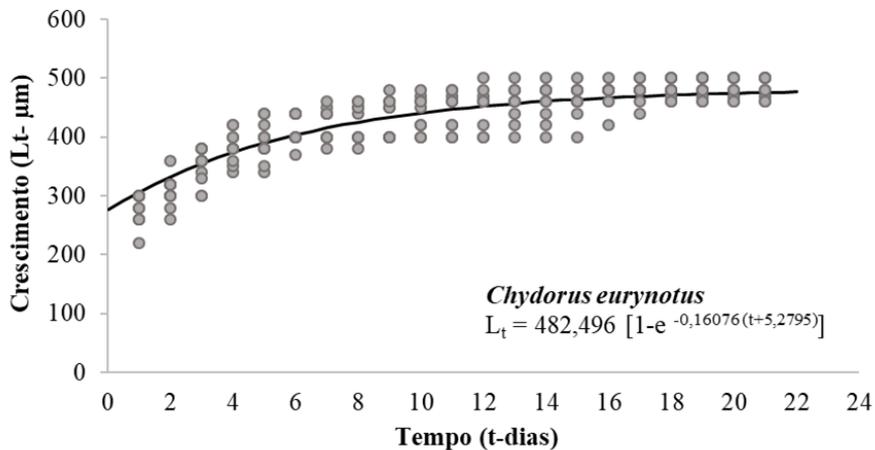


Figura 31 Curva logística ajustada do crescimento individual de *Chydorus eurynotus* (Cladocera, Chydoridae) cultivados em laboratório a 25 ± 1 °C, fotoperíodo claro/escuro de 12h:12h, alimentados com a alga microclorofícea *Pseudokirchneriella subcapitata* na densidade de 1×10^5 células mL^{-1} . Os pontos representam os valores empíricos obtidos para 15 indivíduos (réplicas). L_t = comprimento total.

A sequência de DNA barcode obtida para *C. nitidulus* tem um tamanho de 616 pb e a sequência para *C. eurynotus* tem um tamanho de 629 pb. O alinhamento final foi com 434pb e 39 sequências, não havendo no banco de dados stopcodons (SACHEROVÁ; HEBERT 2003; BELYAEVA; TAYLOR 2009; SILVA et al. 2014, KOTOV et al., 2016). A árvore de identificação agrupou o espécime de *C. nitidulus* precisamente com o *Chydorus* sp. (KC617532) de Campeche, México, com 100% de bootstrap, próximo ao ramo que agrupava os gêneros *Alonella* e *Pleuroxus*, mantendo-o fora do aglomerado de espécimes de outras espécies de *Chydorus* (Figura 3). Inesperadamente, a árvore de identificação agrupou o espécime de *C. eurynotus* com *C. pubescens* (do Brasil), com 100% de bootstrap, mas não tão próximo do ramo de *C. pubescens*, do México (EU719119).

A divergência genética entre *C. nitidulus* e *C. eurynotus* é de 27%. O isolado de *C. nitidulus* obtido em nosso estudo apresentou a menor divergência genética (11,4%) em relação ao espécime *Chydorus* sp. (KC617532 do México, Campeche) e o maior (32,7%) quando comparado ao *Chydorus sphaericus* (EU719125) da Finlândia. Observa-se que as divergências entre o isolado brasileiro com a amostra do gênero *Alonella* variaram de 23,2 a 29,4% e com as amostras de *Pleuroxus* variaram de 23,2 a 26,5% (Tabela 6).

O espécime de *C. eurynotus* em nosso estudo apresentou a menor divergência genética (1,1%) em relação ao espécime *Chydorus pubescens* também do Brasil, Minas Gerais e o maior (28,8%) quando comparado a *Alonella* cf. *excisa* (JN233819 do Canadá) (Figura 32).

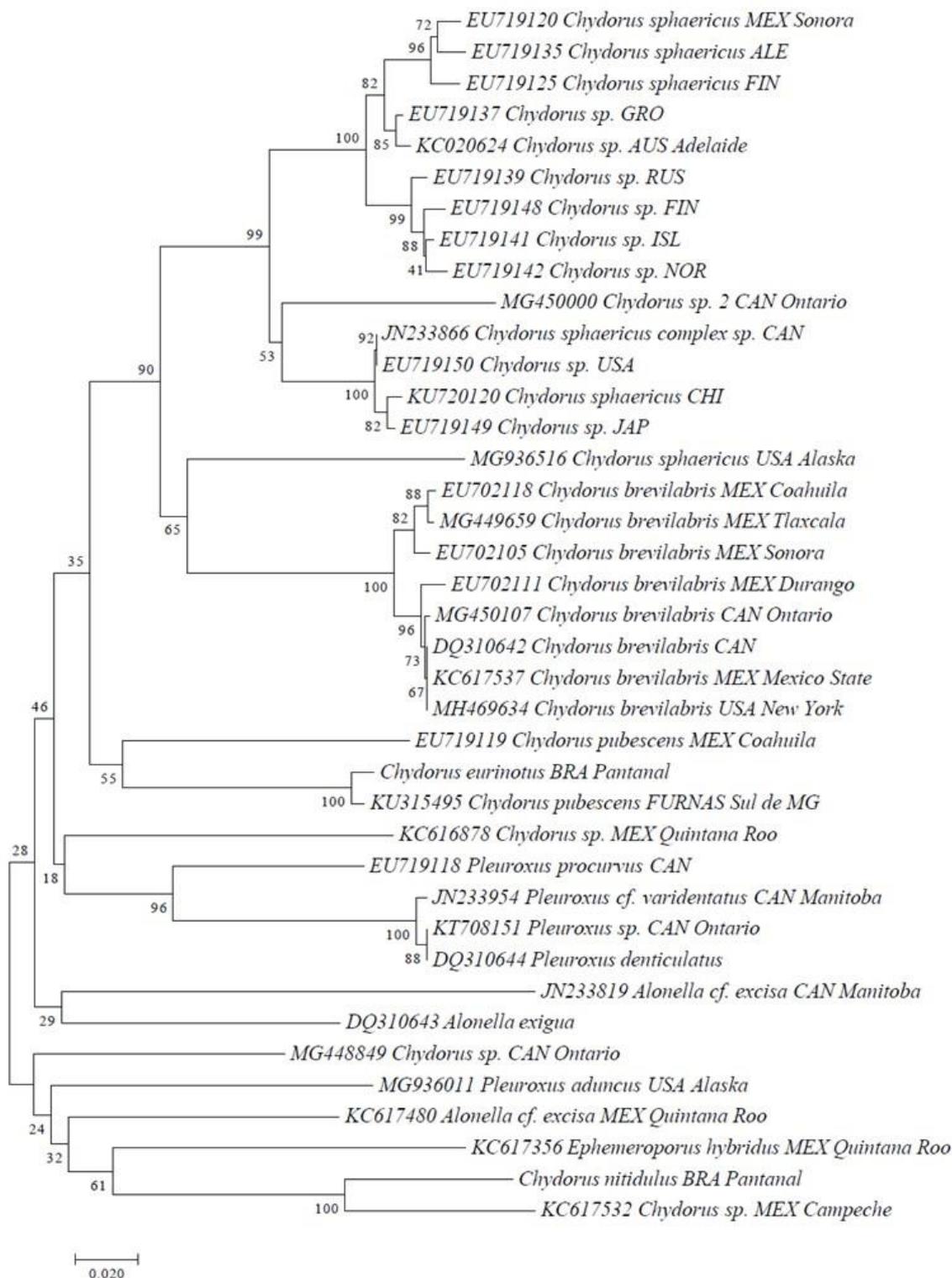


Figura 32 Árvore de identificação inferida por *neighbor joining* das sequências COI de *Chydorus nitidulus*, *C. eurynotus* e sequências de outros Chydoridae cladocercans depositados no Genbank. Os números em cada nó correspondem às porcentagens de suporte à inicialização (1000 interações).

Tabela 6 Distância genética de K2P entre as seqüências COI de *Chydorus nitidulus* e *Alonella* spp, *Pleuroxus* spp e *Ephemeroporos* spp. Os números de acesso do Genbank estão localizados antes do nome de cada espécie.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37			
<i>Chydorus eurinotus</i> _BRA_Pantanal																																								
<i>Chydorus nitidulus</i> _BRA_Pantanal	0,27																																							
DQ310642_ <i>Chydorus brevilabris</i> _CAN	0,19	0,30																																						
EU702105_ <i>Chydorus brevilabris</i> _MEX_Sonora	0,19	0,29	0,03																																					
EU702111_ <i>Chydorus brevilabris</i> _MEX_Durango	0,20	0,30	0,01	0,03																																				
EU702118_ <i>Chydorus brevilabris</i> _MEX_Coahuila	0,19	0,29	0,02	0,01	0,03																																			
KC617537_ <i>Chydorus brevilabris</i> _MEX_Mexico_State	0,19	0,30	0,00	0,03	0,01	0,02																																		
MH469634_ <i>Chydorus brevilabris</i> _USA_New_York	0,19	0,30	0,00	0,03	0,01	0,02	0,00																																	
MG449659_ <i>Chydorus brevilabris</i> _MEX_Tlaxcala	0,18	0,29	0,02	0,01	0,02	0,00	0,02	0,02																																
MG450107_ <i>Chydorus brevilabris</i> _CAN_Ontario	0,19	0,30	0,00	0,03	0,01	0,03	0,00	0,00	0,02																															
EU719120_ <i>Chydorus sphaericus</i> _MEX_Sonora	0,20	0,32	0,19	0,18	0,20	0,18	0,19	0,19	0,18	0,19																														
EU719125_ <i>Chydorus sphaericus</i> _FIN	0,20	0,33	0,18	0,18	0,19	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,02																													
EU719135_ <i>Chydorus sphaericus</i> _ALE	0,20	0,31	0,20	0,19	0,20	0,19	0,20	0,20	0,19	0,20	0,02	0,02																												
JN233866_ <i>Chydorus sphaericus</i> _complex_sp._CAN	0,20	0,28	0,15	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15	0,16	0,15	0,10	0,08	0,10																											
KU720120_ <i>Chydorus sphaericus</i> _CHI	0,19	0,28	0,15	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15	0,16	0,15	0,10	0,09	0,11	0,01																										
MG936516_ <i>Chydorus sphaericus</i> _USA_Alaska	0,23	0,29	0,17	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,19	0,19	0,17	0,18																										
EU719137_ <i>Chydorus</i> _sp._GRO	0,19	0,31	0,17	0,17	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,04	0,03	0,03	0,08	0,09	0,17																								
EU719139_ <i>Chydorus</i> _sp._RUS	0,20	0,31	0,18	0,18	0,19	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,04	0,05	0,05	0,08	0,09	0,19	0,03																							
EU719141_ <i>Chydorus</i> _sp._ISL	0,20	0,30	0,18	0,18	0,19	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,05	0,05	0,05	0,09	0,10	0,18	0,03	0,01																						
EU719142_ <i>Chydorus</i> _sp._NOR	0,20	0,31	0,18	0,18	0,19	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,05	0,06	0,06	0,09	0,10	0,19	0,03	0,02	0,01																					
EU719148_ <i>Chydorus</i> _sp._FIN	0,20	0,31	0,18	0,17	0,19	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,05	0,06	0,06	0,09	0,10	0,18	0,04	0,02	0,01	0,01																				
EU719149_ <i>Chydorus</i> _sp._JAP	0,20	0,29	0,16	0,17	0,17	0,17	0,16	0,16	0,17	0,16	0,11	0,09	0,10	0,01	0,17	0,08	0,08	0,10	0,10	0,10																				
EU719150_ <i>Chydorus</i> _sp._USA	0,20	0,28	0,15	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15	0,16	0,15	0,10	0,08	0,10	0,00	0,01	0,17	0,08	0,08	0,09	0,09	0,01																			
KC020624_ <i>Chydorus</i> _sp._AUS_Adeelaide	0,19	0,31	0,17	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,04	0,03	0,03	0,08	0,09	0,17	0,01	0,04	0,03	0,04	0,09	0,08																		
KC616878_ <i>Chydorus</i> _sp._MEX_Quintana_Roo	0,18	0,26	0,19	0,20	0,20	0,19	0,19	0,20	0,19	0,26	0,24	0,24	0,21	0,20	0,24	0,24	0,25	0,24	0,24	0,24	0,24	0,21	0,21	0,23																
KC617532_ <i>Chydorus</i> _sp._MEX_Campeche	0,28	0,11	0,32	0,31	0,31	0,32	0,32	0,31	0,31	0,30	0,31	0,29	0,29	0,29	0,30	0,28	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,30	0,28																	
MG448849_ <i>Chydorus</i> _sp._CAN_Ontario	0,20	0,25	0,21	0,21	0,22	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,23	0,23	0,21	0,21	0,24	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	
MG450000_ <i>Chydorus</i> _sp._2_CAN_Ontario	0,22	0,32	0,18	0,19	0,19	0,18	0,18	0,18	0,18	0,13	0,12	0,14	0,10	0,11	0,20	0,12	0,12	0,12	0,13	0,12	0,10	0,10	0,12	0,25	0,34	0,24														
EU719119_ <i>Chydorus pubescens</i> _MEX_Coahuila	0,17	0,27	0,22	0,21	0,21	0,22	0,22	0,21	0,22	0,22	0,23	0,22	0,20	0,20	0,22	0,21	0,20	0,20	0,21	0,20	0,20	0,20	0,21	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	
JN233819_ <i>Alonella</i> _cf._ <i>exata</i> _CAN_Manitoba	0,29	0,29	0,29	0,30	0,29	0,30	0,29	0,30	0,29	0,28	0,28	0,28	0,27	0,28	0,30	0,29	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,27	0,29	0,27	0,29	0,26	0,31	0,29												
DQ310643_ <i>Alonella</i> _exigua	0,23	0,27	0,23	0,24	0,23	0,23	0,24	0,23	0,24	0,22	0,24	0,21	0,21	0,21	0,24	0,22	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	
KC617480_ <i>Alonella</i> _cf._ <i>exata</i> _MEX_Quintana_Roo	0,20	0,23	0,26	0,25	0,27	0,26	0,26	0,26	0,27	0,24	0,24	0,24	0,23	0,23	0,27	0,24	0,24	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	0,23	0,24	0,25	0,23	0,17	0,27	0,23	0,24	0,22									
JN233954_ <i>Pleuroxus</i> _cf._ <i>varidentatus</i> _CAN_Manitoba	0,19	0,23	0,21	0,22	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,22	0,25	0,26	0,25	0,25	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,25	0,24	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	
MG936011_ <i>Pleuroxus adamsi</i> _USA_Alaska	0,24	0,26	0,23	0,22	0,24	0,23	0,23	0,23	0,24	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,25	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	
KT708151_ <i>Pleuroxus</i> _sp._CAN_Ontario	0,19	0,24	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,25	0,26	0,25	0,25	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	
DQ310644_ <i>Pleuroxus denticulatus</i>	0,19	0,24	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,25	0,26	0,25	0,25	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,25	0,24	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22		
EU719118_ <i>Pleuroxus procarvus</i> _CAN	0,19	0,27	0,20	0,22	0,22	0,21	0,20	0,20	0,21	0,21	0,22	0,23	0,22	0,22	0,																									

5.6 Ciclo de vida e DNA barcode de *Macrothrix spinosa* (King, 1853) (Crustacea, Branchiopoda, Cladocera)

Ao longo do desenvolvimento o tamanho corporal de *M. spinosa* (Figura 33) variou de 320 a 1200 μm . Os principais parâmetros do ciclo de vida de *M. spinosa* estão apresentados na Tabela 7. O comprimento das neonatas variou de 320-340 μm , com o valor médio de $312,96 \pm 17,05 \mu\text{m}$ ao longo de todo o estudo. Este cladóceros atingiu a maturidade com 6-7 dias com $780 \pm 16,9 \mu\text{m}$, após passar por aproximadamente 3 instares. A longevidade média foi $21,32 \pm 3,97$ dias e máxima de 32,37 dias e a duração média do desenvolvimento embrionário foi de 1,89 dias.

Tabela 7 Principais parâmetros do ciclo de vida de *Macrothrix spinosa* (Cladocera: Macrothricidae), em culturas de laboratório a $25,0 \pm 1,0 \text{ }^\circ\text{C}$ e fotoperíodo de 12 h: 12 h de ciclo claro / escuro.

Parâmetros do ciclo de vida	Valores
Tamanho máximo médio do adulto (μm)	$1110,66 \pm 51,19$
Tamanho máximo do adulto (μm)	1200
Tamanho médio da neonata (μm)	$312,96 \pm 17,05$
Tamanho médio da primipara (μm)	$780 \pm 16,9$
Tamanho mínimo da primipara (μm)	700
Número de instares entre neonatos e primíparos	$3,2 \pm 0,54$
Número médio de ovos por fêmea	$52,33 \pm 42,39$
Fecundidade média (ovos fêmea ⁻¹ ninhada ⁻¹)	$10,11 \pm 1,41$
Longevidade máxima (dias)	32,37
Longevidade média (dias)	$21,32 \pm 3,97$
Tempo de desenvolvimento embrionário (dias)	$1,89 \pm 0,25$
Idade Primipara (dias)	$6,58 \pm 0,56$



Figura 33 Vista geral do *Macrothrix spinosa* coletado na Salina Redonda 05- SR05, Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul – MS, Brasil. (A) Vista geral da fêmea (B) Antênula.

A Figura 34 mostra a curva ajustada para o crescimento individual de *M. spinosa* em função do tempo (dias). Para a maioria dos indivíduos, três instares juvenis e 5 instares adultos foram registrados ao longo de todo o ciclo de vida desta espécie.

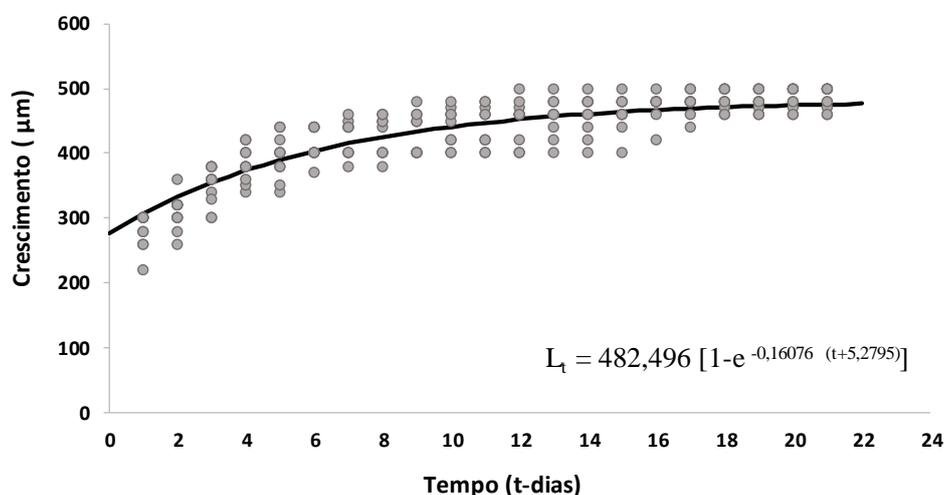


Figura 34 Curva logística ajustada do crescimento individual de *Macrothrix spinosa* cultivado a $25 \pm 1^\circ \text{C}$ e alimentado com a alga clorofíceia *Pseudokirchneriella subcapitata* a uma densidade de 1×10^5 células mL^{-1} . Os pontos representam os valores empíricos obtidos para 15 indivíduos (réplicas).

A sequência de DNA barcode de *M. spinosa* possui um tamanho de 657 pb. A alinhamento final ficou com 657 pb, 41 sequências e não há stopcodons. O espécime de *M. spinosa* possui menor (11,8%) divergência genética com *Macrothrix elegans*

(KC617665, do México) e maior (23,4%) com *M. spinosa* (KC617677, do México) (Figura 35 e Tabela 8).

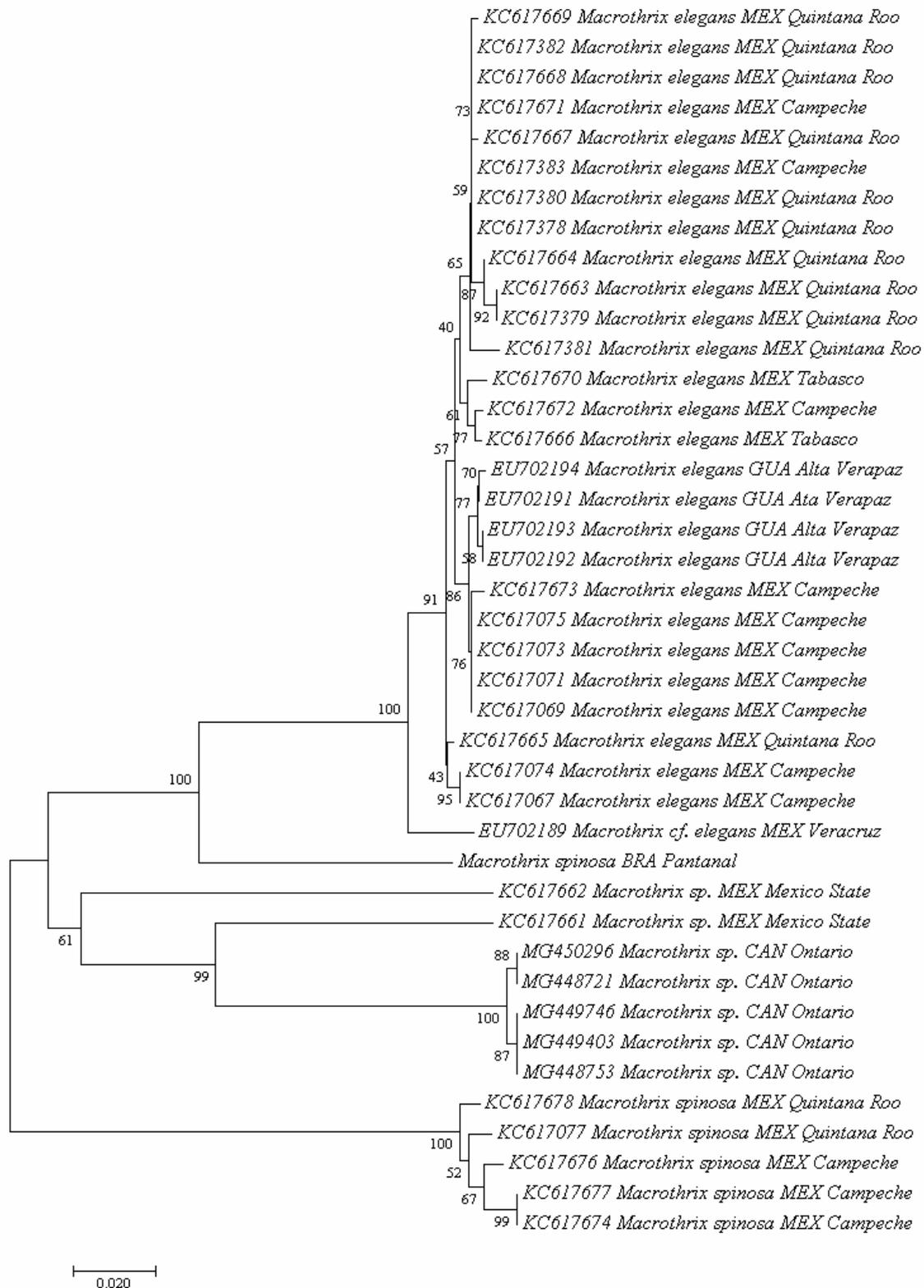


Figura 35 Árvore de identificação inferida por *neighbor joining* das sequências COI de *Macrothrix spinosa* e sequências de outros *Macrothrix* depositados no Genbank. Os números em cada nó correspondem às porcentagens de suporte à inicialização (1000 interações).

5.7 Ciclo de vida de *Metacyclops mendocinus* Wierzejski, 1892 (Copepoda Cyclopoida)

Ao longo do ciclo de vida o tamanho do corpo de *M. mendocinus* variou de 110 a 720 μm o macho e 110 a 1000 μm a fêmea. O tamanho dos náuplios recém-nascidos variou de 110 a 120 μm (Tabela 9). Observou-se que apesar dos sacos ovíferos das fêmeas conterem 10 a 12 ovos, normalmente só eram observados 4 a 5 náuplios após a eclosão. Os machos atingiram a maturidade sexual com aproximadamente 9 dias, enquanto as fêmeas se tornaram maduras (primeira produção de saco ovífero), em média com idade de $15,1 \pm 4,55$ dias.

Tabela 9 Parâmetros do ciclo de vida de *Metacyclops mendocinus* (Copepoda: Cyclopoida).

Parâmetros do ciclo de vida	Valores
Tamanho médio náuplio 1 (μm)	$118,75 \pm 3,53$
Tamanho mínimo da primipara (μm)	900
Tamanho médio da primipara (μm)	$976,25 \pm 33,14$
Tamanho máximo médio de uma fêmea adulta (μm)	$986 \pm 23,62$
Tamanho máximo médio de um macho adult (μm)	$720 \pm 0,7$
Número de instares naupliares	5
Número total de instares em todo o ciclo de vida	11
Número médio de ovos por fêmea	$10,4 \pm 1,49$
Número máximo de ovos por fêmea	12
Tempo de desenvolvimento embrionário (dias)	$1,27 \pm 0,32$
Idade Primipara (dias)	$15,1 \pm 4,55$
Longevidade média (dias)	$28,31 \pm 4,67$
Longevidade máxima (dias)	37

Foram registrados 6 instares naupliares (Figura 36) e cinco instares de copepodito. Após atingir a fase adulta os indivíduos não tiveram mais instares, estabilizando o tamanho corporal (Figura 39). Os machos todos atingiram a maturidade com o tamanho corporal de 720 μm sempre enquanto as fêmeas atingiram maturidade com o tamanho variando de 940 a 1000 μm .

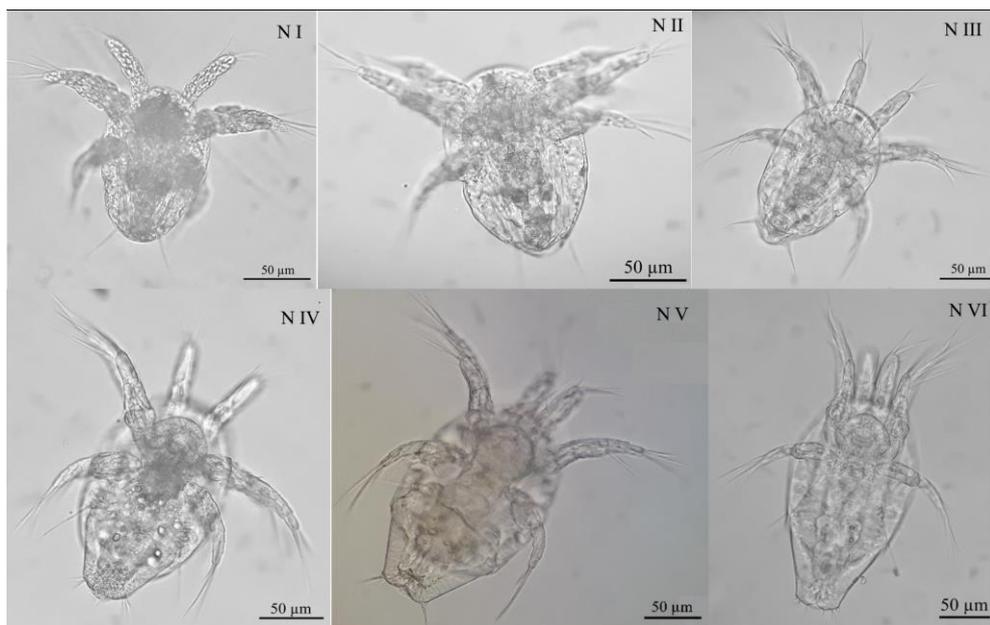


Figura 36 Desenvolvimento naupliar de *Metacyclops mendocinus* coletado na Salina Redonda 05- SR05 Mato Grosso do Sul – MS, Brasil, em cultivo de laboratório. Náuplios I a VI. (Fotos: Karin de Paula Reis).

As alterações morfológicas de náuplio VI para copepodito I são bem evidentes (Figura 37). As principais mudanças ocorreram no número de patas natatórias e no grau de desenvolvimento das mesmas. O copepodito I apresenta apenas dois pares patas, o copepodito II três pares e o copepodito III quatro pares. O quarto par de patas é adquirido durante a transição do copepodito III para o copepodito IV.



Figura 37 Desenvolvimento do estágio de copepodito no Copepoda Cyclopoida *Metacyclops mendocinus* coletado Salina Redonda 05- SR05 Mato Grosso do Sul – MS, Brasil, em cultivo de laboratório. Da esquerda para direita Copepodito I; Copepodito II; Copepodito III; Copepodito IV e Copepodito V. (Fotos: Karin de Paula Reis).

Os machos de *M. mendocinus* atingiram a maturidade sexual com idade entre 4 e 5 dias enquanto as fêmeas atingiram mais tardiamente, entre 7 e 10 dias. As fêmeas tiveram dimensão corporal maior que o macho, atingindo até 230µm a mais que o tamanho do macho (Figura 38).



Figura 38 Espécimes adultos de *Metacyclops mendocinus* (Cyclopoida) coletado na Salina Redonda 05- SR05 município de Aquidauana, Mato Grosso do Sul – MS, Brasil, em cultivo de laboratório. À esquerda macho e à direita fêmea. (Foto: Karin de Paula Reis).

Na Figura 39 é apresentada a curva de crescimento individual ajustada de *Metacyclops mendocinus* em função do tempo (dias). Observa-se que a diferença de tamanho entre os indivíduos machos e fêmeas ocorreu no sexto dia na maioria dos indivíduos, quando eles começam a atingir a maturidade sexual com estabilização do tamanho dos machos a partir sétimo dia, e do oitavo para as fêmeas.

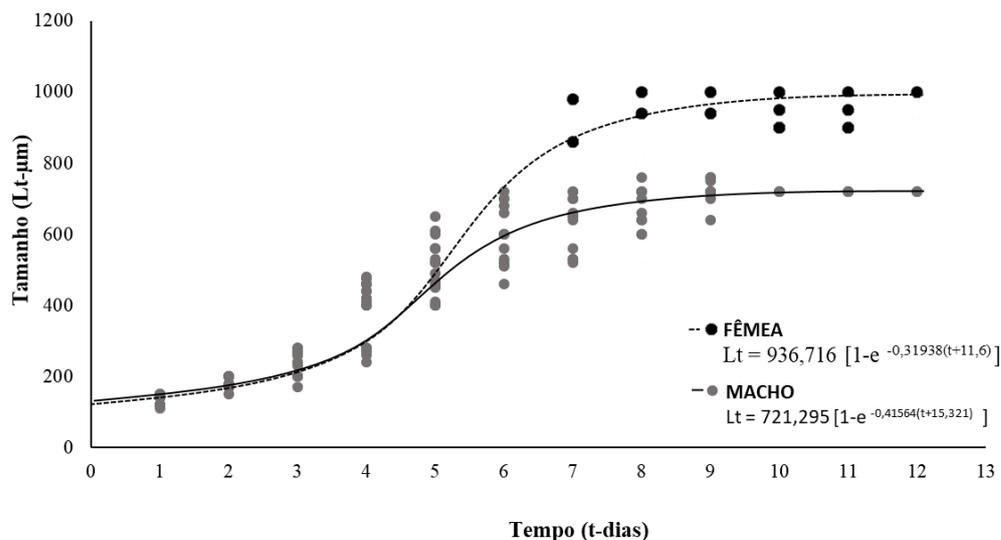


Figura 39 Curva logística ajustada do crescimento individual de machos e fêmeas de *Metacyclops mendocinus* (n = 10) cultivado em condições controladas de temperatura ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) e fotoperíodo (12h luz e 12h escuro) e alimentados com uma suspensão algal mista das microalgas clorofíceas *Pseudokirchneriella subcapitata* e *Chlorella sorokiniana* na concentração aproximada de 10^5 cels. mL^{-1} .

As diferenças de tamanho entre os ínstares são pequenas inicialmente e à medida que o desenvolvimento progride estas aumentam significativamente, chegando a uma diferença de 240 μm entre o copepodito V do macho e da fêmea adulta.

6. DISCUSSÃO

6.1 Composição, Distribuição, Abundância da Comunidade Zooplancônica das Salinas na região da Nhecolândia- Pantanal Matogrossense, Brasil

As características ambientais únicas das salinas como salinidade, pH alcalino e altas temperaturas em corpos d'água rasos, faz com que poucas espécies consigam sobreviver nestes ambientes. Nesses tipos de ambientes é comum se observar uma pequena riqueza de espécies e altas densidades (DUMONT, 1992), o que foi nitidamente

observado em 2017 quando a única espécie de ocorrência na maioria das salinas foi o *Brachionus dimidiatus* e em altíssimas densidades. A maior riqueza registrada foi na salina SR07 (12) que tinha salinidade menor dentre as salinas ($0,99 \text{ g.L}^{-1}$).

Durante as análises da comunidade zooplânctônica foi observada a ocorrência de ovos de dormência e machos de *Moina micrura* (SR01) nas amostras, o que pode ser uma resposta às condições extremas das lagoas salinas. Como resposta às alterações bióticas e abióticas do ambiente o zooplâncton pode alterar o comportamento, a morfologia e até mesmo a história de vida, como estratégia de preservação do genótipo e persistência das populações (SANTANGELO, 2009). Em 2018 e 2019 as coletas foram realizadas no período de chuvas o que deixou a concentração de salinidade menor nos ambientes, tanto pela água vinda das chuvas quanto pela entrada de água do lençol freático (MOURÃO, 1989; SILVA, 2012).

A menor salinidade nestes períodos, provavelmente possibilitou que outras espécies se estabelecessem nos ambientes, devido ao banco de ovos de dormência. O banco de ovos permite ao indivíduo ou à sua prole sobreviver a condições letais tendo início e fim de acordo com as condições ambientais. O que pode ser determinado por fotoperíodo, mudanças na temperatura, pH, concentrações de oxigênio dissolvido (ALEKSEEV *et al.*, 2006; SANTANGELO, 2009; WALCZYNSKA; SERRA, 2014), densidade da população, disponibilidade e qualidade do alimento, sinais químicos de predação, competição e também contaminação (RICCI, 2001; GYLLSTRÖM; HANSSON, 2004; SCHRODER, 2005; Portinho *et al.*, 2018). As salinas são um exemplo de ambientes com grandes alterações como pode se observar pelas mudanças drásticas das características químicas e físicas da água como a condutividade elétrica, a clorofila *a*, o pH e a salinidade. As características ambientais mais favoráveis em 2018 e 2019 provavelmente foram fatores determinantes para quebra dos estágios de dormência e que as espécies mais sensíveis pudessem estabelecer nas Salinas nos períodos chuva.

Além disso, as espécies que podem ter sido transportadas de outros ambientes para as Salinas, como por exemplo as Baías que são corpos d'água numerosos e próximos as Salinas. A dispersão do zooplâncton pode ocorrer de forma passiva ou ativa, por meio de vetores como insetos, vertebrados, chuva e vento (MAGUIRE, 1959; PROCTOR; MALONE 1965; CÁCERES; SOLUK, 2002).

A riqueza observada nas lagoas do Pantanal é geralmente menor do que a registrada em outros ambientes como Amazônia (SILVA, 2015), Rio São Francisco (SAMPAIO; LOPEZ, 2000) ou Rio Doce (MAIA-BARBOSA, 2014) ambientes estes

com maior estabilidade do que os ecossistemas aqui estudados. Este tem características próximas às observada em outros ambientes salinos continentais (DUMONT,1992) onde a riqueza foi baixa (8 espécies de cladóceros e 12 de copépodos), onde o baixo número de táxons foi sempre acompanhado por uma biomassa notavelmente elevada.

Algumas das salinas do Pantanal da Nhecolândia possuem gramíneas em toda a extensão da região litorânea, (SILVA, 2012) e isso foi observado durante as coletas de 2018 e 2019 em alguns desses ambientes (Figura 40) o que provavelmente foi acoplado às características físicas e químicas das Salinas no período chuvoso e possibilitou a presença de cladóceros da família Chydoridae, mesmo que em pequenas densidades. A ocorrência de vegetação no corpo d'água representa maior heterogeneidade espacial, refúgio contra predadores e maior disponibilidade de alimento para muitas espécies zooplânctônicas, além de desempenharem importante papel na estabilização de condições ambientais (NESSIMIAN; De-LIMA, 1997).



Figura 40 Imagens das Salinas Redondas SR05, SR06, SR07 e SR08 cobertas de gramíneas na campanha de 2019. Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, Brasil. Foto: Projeto temático “Mudança climática e impactos ambientais nos pantanais do Pantanal: quantificação, fatores de controle e previsão de longo prazo”.

A riqueza em espécies de Rotifera observada nas salinas pode ser explicada pela capacidade desse grupo em colonizar diversos ambientes, por isso têm grande representatividade e importância (WETZEL, 1983; SA-ARDRIT; BEAMISH, 2005; FORRÓ *et al.*, 2008; SOARES; ELMOOR-LOUREIRO, 2011). Pode ser atribuída, entre outros fatores, às altas taxas de crescimento populacional e oportunismo frente às periódicas alterações nas condições limnológicas desses ambientes (ALLAN, 1976). São organismos que podem ser considerados oportunistas, por colonizarem diversos ambientes, apresentarem altas taxas reprodutivas e curto ciclo de vida, em média de uma semana (STREBLE; FROST, 1987).

Estudos realizados em lagos rasos na África (BEADLE, 1974; SEAMAN *et al.*, 1991), em lagos australianos (GREEN, 1993) e norte-americanos (COLBURN, 1988) estabeleceram uma forte correlação entre aumentos na salinidade e reduções na diversidade biológica. Esses autores mostraram que, em ecossistemas continentais, a salinidade em valores acima dos limites típicos para as águas doces causa reduções acentuadas na diversidade de espécies, pois apenas organismos com alta capacidade de osmorregulação são capazes de sobreviver. Com base em experimentos de microcosmos, Greenwald e Hurlbert (1993) confirmaram o efeito negativo da salinidade no plâncton. Esses autores também verificaram o maior sucesso dos copépodos ciclopóides em condições de salinidade elevada. Ambientes salinos podem favorecer a presença de Cyclopoida através da disponibilidade de alimentos (RIETZLER; ESPINDOLA, 1998) que consistem basicamente de cianobactérias.

Nos lagos do presente estudo, os copépodos foram representados apenas por duas espécies, o Calanoida *Notodiaptomus coniferoides* e o Cyclopoida *Metacyclops mendocinus*. Nos anos de 2018 e 2019, *M. mendocinus* ocorreu em estágio de desenvolvimento em todas as salinas em altas densidades. *M. mendocinus* é conhecido por suportar amplas faixas de variação de salinidade, sendo considerada uma espécie eurialina (REID; MORENO, 1990) e é comumente associado à alta produtividade de algas (REID, 1985), tornando-o um colonizador de habitats extremos, como essas salinas. Essa espécie foi também registrada em outros ambientes mesosalinos, como alguns lagos da região dos pampas (MEDINA-JÚNIOR, 2005) e no estuário da Lagoa dos Patos (Rio Grande do Sul, Brasil) (MONTÚ; GOEDEN, 1986), suportando salinidades ainda maiores do que as registradas nos lagos de Nhecolândia.

Ao observar a correlação do rotífero *B. dimidiatus* às variáveis físicas e químicas do ambiente ele está indiferente (Figura 15), provavelmente por se tratar de uma espécie

oportunistas e com grande capacidade de adaptação as condições adversas das Salinas do Pantanal (STREBLE; FROST, 1987) a adaptação dessa espécie às características ambientais das salinas é evidenciada pelas altas densidades registradas. Entretanto a correlação das demais espécies foram negativas as variáveis físicas e químicas das salinas, deixando mais claro o quanto a salinidade, pH, clorofila *a* foram fatores determinantes para a presença das espécies nos ambientes, funcionando como filtros ambientais.

Os dados da composição, distribuição e abundância da comunidade zooplanctônica de ambientes extremos como o presente nas Salinas do Pantanal da Nhecolândia podem ser utilizados para controle da qualidade ambiental, contribuindo para a gestão e preservação dos ambientes aquáticos. Trabalhos futuros com maior número de salinas e coletas em vários períodos do ano são importantes e podem refletir em uma maior riqueza de espécies e características destes ambientes.

6.2 Diversidade funcional da Comunidade Zooplanctônica das Salinas na região da Nhecolândia- Pantanal Matogrossense, Brasil

Foram registrados sete grupos funcionais para a comunidade zooplanctônica no presente estudo. Outros trabalhos em ambientes rasos também obtiveram o mesmo número de grupos funcionais para o zooplâncton (SANTOS, 2017; CASTILHO, 2018). Em um estudo sobre a diversidade funcional da comunidade zooplanctônica de lagoas tropicais temporárias do estado de Minas Gerais, foram observados apenas cinco grupos funcionais (PAINA; MELÃO, 2019). Moreira et al. (2016) também encontraram menor número de grupos funcionais (três) em um estudo sobre os impactos da mineração na diversidade funcional do zooplâncton em Mata Porcos, uma lagoa temporária em Minas Gerais.

O número de grupos funcionais é diretamente influenciado pelo número de traços escolhidos durante o estudo, podendo afetar significativamente os resultados da abordagem funcional (PETCHEY; GASTON, 2002; BARNETT *et al.*, 2007). Neste estudo foram escolhidos quatro traços funcionais, o que possivelmente explica o fato de várias espécies filogeneticamente similares terem sido incluídas no mesmo grupo. Barnett *et al.* (2007) verificaram em uma análise baseada em quatro atributos funcionais (tamanho

corporal, habitat, grupo trófico e hábito alimentar) que os resultados foram similares ao agrupamento taxonômico, ficando evidente a importância e a influência das escolhas dos traços funcionais para a análise de agrupamento. Porém, os grupos funcionais G1, G6 e G7 foram compostos por diferentes famílias, mostrando que espécies taxonomicamente distintas também podem desempenhar funções ecológicas semelhantes.

Nos três anos amostrados houve uma alteração na composição funcional e na estrutura da comunidade zooplânctônica nas salinas estudadas, com dominância do grupo funcional G7 em 2017 nas salinas SR01, SR04, SR05 e SR06 e a menor diversidade funcional. Os ambientes estudados possuem características peculiares com águas bicarbonatadas, cloretadas e sódicas (CUNHA, 1943; SAKAMOTO, 1997), o que pode impossibilitar a sobrevivência e manutenção do zooplâncton na coluna d'água, causando alterações na diversidade funcional em curtos períodos de tempo. Essas características únicas das salinas do Pantanal analisadas funcionam como filtros ambientais nestes ecossistemas, selecionando organismos com características funcionais parecidas e conseqüentemente, diminuindo os valores de diversidade funcional e aumentando a redundância funcional nesses ecossistemas (VOGT et al., 2013). Em 2017 foram observados maiores valores de salinidade e alcalinidade nas salinas estudadas por se tratar de um período de seca.

A substituição ou diminuição da abundância do grupo G7 e o surgimento de novos grupos funcionais em 2018, com maiores abundâncias do grupo G5 (Herbívoros pelágicos suspensívoros AP de reprodução sexuada), deve-se principalmente às alterações nas variáveis físicas e químicas da água, como a diminuição da salinidade e da alcalinidade. Esses ecossistemas estão sujeitos à invasão de espécies, pois algumas funções ecológicas podem ser suprimidas e os recursos não são aproveitados de maneira eficiente por todas as espécies (VOGT et al., 2013), o que provavelmente proporciona a coexistência de novos grupos funcionais. Contudo isso não parece ter acontecido nas salinas do pantanal da Nhecolândia.

Em ambientes instáveis ou recém formados, os rotíferos são geralmente os pioneiros na sucessão ecológica (GARRIDO; BOZELLI, 2000; TAKAHASHI et al., 2008), pois podem utilizar outras fontes de alimento na ausência do fitoplâncton (CASTILHO, 2018). O grupo G5 é formado pelas formas naupliares de Copepoda e pela espécie *Notodiaptomus coniferoides*, Copepoda da ordem Calanoida, espécies também filtradoras suspensívoras, porém, com um modo diferente para a captura do alimento.

Portanto, esses grupos podem competir por recursos no ecossistema, o que limita o crescimento populacional de ambos, mas conseguem coexistir pois podem utilizar os recursos de forma diferente. Um estudo sobre o impacto da mineração na diversidade funcional dos organismos zooplancônicos, sob o ponto de vista de guilda, verificou que pequenos micrófagos (Rotifera) dominaram nos reservatórios, evidenciando que essas espécies eram menos seletivas (MOREIRA et al., 2016).

O Grupo G7 é composto pelos rotíferos de hábito pelágico, suspensívoros C e de reprodução sexuada, que podem colonizar diversos ambientes e são considerados oportunistas por apresentarem altas taxas reprodutivas e curto ciclo de vida (WETZEL, 1983; STREBLE; FROST, 1987; SA-ARDRIT; BEAMISH, 2005). A dominância de rotíferos nas salinas esteve relacionada à baixa riqueza de espécies da comunidade zooplancônica e menores valores de diversidade funcional e a altos valores de salinidade, alcalinidade e condutividade elétrica. Os rotíferos são considerados *r* estrategistas, o que talvez explique maiores densidades desse grupo em 2017 no período de seca, resultando em comunidades com menor diversidade funcional e riqueza de espécies. As espécies de ciclo de vida mais longo necessitam de um ambiente com menor variação ambiental para se estabelecerem (GARRIDO; BOZELLI, 2000; VELHO et al., 2005).

Na salina SR01 o grupo G7 foi substituído pelos herbívoros pelágicos suspensívoros AP e F e pelos onívoros (G4, G5 e G6), que são os cladóceros e os copépodos. Os cladóceros pelágicos (grupo G6) nas salinas podem dominar nos ecossistemas aquáticos quando sob maior pressão de predação, pois conseguem co-ocorrer com herbívoros sendo, frequentemente os principais consumidores primários nos ecossistemas de água doce tropical e subtropical (PAGANO, 2008; RIZO et al., 2017). Já os grupos G4 e G5 são formados pelos copépodos da ordem Calanoida (G5) e pelos da ordem Cyclopoida (G4). Os Cyclopoida são onívoros e podem preda pequenos rotíferos, se alimentando de diversas fontes alimentares (FRYER, 2009). A presença desse novo grupo pode ter limitado a população de rotíferos suspensívoros C (G7) devido à predação. Um estudo sobre a influência de fatores ambientais na composição e dinâmica sazonal de Rotifera no compartimento Rio Sapucaí, MG, verificou que as populações de *Thermocyclops decipiens* e *Mesocyclops ogunnus* tiveram um significativo efeito nas abundâncias de espécies de Rotifera (NEGREIROS et al., 2010).

Os grupos funcionais G2 (herbívoro-detritívoro litorâneo raspador de reprodução assexuada) e G3 (herbívoro litorâneo raspador de reprodução assexuada) foram os menos

abundantes nas salinas durante o período estudado. Das espécies pertencentes a esses grupos estão os cladóceros litorâneos de hábito raspador, organismos que vivem normalmente associados a um substrato (SMIRNOV, 1974; KOTOV, 2006). Ou seja, a presença desses grupos é significativamente controlada pela disponibilidade de habitat (WHITESIDE, 1970) e a presença de macrófitas aquáticas na região litoral, desempenhando funções ecológicas únicas (WHITESIDE; HARMSWORTH, 1967; ELMOOR-LOUREIRO, 2016). As salinas analisadas possuem uma menor profundidade, mas na maior parte das amostragens não foi registrada a presença de plantas aquáticas, com a presença apenas de gramíneas em alguns pontos. Apesar disso, a presença e o tipo de substrato influenciou na diversidade de grupos funcionais nos ambientes estudados.

As variáveis físicas e químicas da água nas salinas analisadas estiveram correlacionadas negativamente aos grupos funcionais observados, evidenciando que o aumento dos valores da mesma, pode influenciar negativamente na manutenção da diversidade funcional nesses ecossistemas. Nesse contexto, podemos inferir que nos ambientes estudados as mudanças nas variáveis ambientais selecionaram espécies mais similares, o que levou à uma redundância funcional em 2017. Nos anos seguintes, a estabilidade dessas variáveis causou menor sobreposição das características funcionais (grupos), fato que pode ter relação com a heterogeneidade dos recursos, como tamanho e forma das partículas alimentares (VOGT et al., 2013), o que provavelmente aumentou a diversidade funcional.

A DF (Diversidade Funcional) mede o espaço multidimensional ocupado pelas espécies e como elas utilizam os recursos, ou seja, os traços se relacionam com as diferenças de captura de recursos entre as espécies (PATCHY; GASTON, 2002). Os valores de diversidade funcional registrados nesse estudo (0,2521 a 1,1429) foram próximos ao encontrado por Silva (2019) em um estudo sobre a diversidade funcional de Cladocera em diversos corpos d'água do estado de São Paulo (0,2 a 1,6). Um estudo sobre o papel dos grupos funcionais da comunidade zooplancônica na Lagoa das Ninféias, SP, os valores de DF encontrados foram maiores que o observado neste trabalho (1,99 a 2,97) (CASTILHO, 2018).

Em 2017 foram observados os menores valores de diversidade funcional. Neste período houve dominância do grupo funcional G7 (rotíferos de hábito pelágico, suspensívoros C e de reprodução sexuada), com altas densidades da espécie *Brachionus dimidiatus*. Também foram observados em 2017 os maiores valores de salinidade, sólidos

dissolvidos e condutividade elétrica. Portanto, a menor diversidade funcional pode estar relacionada às condições adversas do meio que acabam selecionando organismos com características funcionais parecidas. A competição interespecífica nesses ambientes é intensa, pois os organismos apresentam amplitudes de interações similares e poucas espécies distintas funcionalmente conseguem coexistir (VOGT et al., 2013).

Houve uma redução da dimensionalidade funcional para a riqueza funcional (FRic = 0,6295). Em alguns pontos o valor desse índice foi igual a zero. Valores iguais a zero ocorrem quando o número de espécies é maior que o número de características ou quando as espécies estão distribuídas em uma linha. Em algumas localidades houve a presença de apenas uma ou duas espécies, o que influenciou na análise causando uma diminuição nos valores de FRic. Normalmente, a riqueza funcional não tem limite superior, pois ela quantifica um volume absoluto preenchido pela comunidade e este depende em parte do número de características. Entretanto, o FRic pode ser limitado entre 0 e 1 para a padronização do volume ocupado por todas as espécies no espaço multidimensional de traços funcionais (VILLEGER et al., 2008).

Os valores de uniformidade funcional (FEve) também podem variar de zero a um, sendo iguais a um quando todas as espécies têm a mesma abundância e zero quando algumas espécies estão compactadas ao longo do eixo funcional, com uma alta proporção de abundância concentrada em uma parte estreita do gradiente de característica funcional (VILLEGER et al., 2008). No presente estudo, na maior parte das amostragens o FEve foi próximo de zero, evidenciando uma redundância funcional, mesmo nos ambientes com maiores valores de FD (Diversidade Funcional). Ou seja, nesses ambientes, algumas funções ecológicas podem ter sido suprimidas, embora a riqueza de espécie continuasse elevada, na maior parte dos pontos, as abundâncias dos organismos dentro dos grupos funcionais não eram homogêneas, com dominância de algumas espécies.

Foram observados neste estudo maiores valores de dispersão funcional (FDis), quando comparados aos outros índices. O FDis está relacionado à dispersão das espécies, ou seja, na sua propagação no espaço tridimensional (LALIBERTÉ; LEGENDRE, 2010). Portanto, os dados evidenciam que embora haja uma menor riqueza funcional e uma menor uniformidade na distribuição das espécies no espaço multidimensional, é observada uma maior dispersão das espécies. A distribuição das espécies no plano ilustra como a importância relativa da riqueza e abundância para DF depende da

dimensionalidade efetiva do espaço de características em que as espécies se separam (PATCHY; GASTON, 2002).

A abordagem funcional em estudos ambientais pode elucidar os fatores que afetam os processos ecológicos, bem como a estrutura das comunidades biológicas. A diversidade funcional pode ser uma ferramenta essencial para avaliar os efeitos da biodiversidade no funcionamento e manutenção dos ecossistemas (TILMAN et al., 2001; BALVANERA et al., 2006; LAURETO et al., 2015), principalmente em ambientes instáveis do Pantanal, como as Salinas. Este estudo contribuiu para o conhecimento da composição zooplanctônica funcional de seis salinas, que embora tenha condições ambientais peculiares e adversas para a sobrevivência do zooplâncton, uma diversidade funcional relativamente elevada foi observada. As alterações das variáveis físicas e químicas funcionam como filtros ambientais, alterando as funções ecológicas nesses ecossistemas.

6.3 Composição e Abundância da comunidade zooplanctônica da Baía do Gerente na região da Nhecolândia- Pantanal Matogrossense, Brasil

A comunidade zooplanctônica em ambientes de água doce tem sido explorada em alguns corpos d'água do Mato Grosso do Sul, como por exemplo para os Rotífera (ROCHE; SILVA, 2017), Cladocera (ZANATA, 2017) e Copepoda (ROSA; SILVA, 2017), com levantamentos das espécies relativamente recentes. As lagoas de água doce da Nhecolândia as chamadas baías são ambientes que atraem a atenção da comunidade científica, existindo uma quantidade relevante de trabalhos investigativos na região (KOSTE, 1978; MOURÃO, 1989; CALHEIROS; FERREIRA, 1996; HOLLWEDEL et al, 2003). No entanto, dada a quantidade de lagoas e a extensão da área ocupada por elas, a biodiversidade dos ecossistemas rasos de água doce ainda é pouco conhecida. Demonstrando a necessidade e urgência de trabalhos taxonômicos e ecológicos no Pantanal, por se tratar de uma das reservas da Biosfera e Patrimônio da Humanidade, pela UNESCO (ROCHE; SILVA, 2017).

O maior número de espécies foi registrado no grupo Rotifera. A dominância numérica do grupo na comunidade zooplanctônica é comumente registrado nos ambientes

aquáticos continentais (lagos, rios, reservatórios e poças) (ROCHA et al., 1995). Esse fato pode ser atribuído, entre outros fatores, às altas taxas de crescimento populacional e oportunismo frente às periódicas alterações nas condições limnológicas que podem ocorrer nos ambientes (ALLAN, 1976). A maioria das espécies foram consideradas comuns tendo registro em uma das coletas, somente a *Keratella americana* foi registrada nas três coletas, embora seja considerada endêmica nos Estados Unidos (SEGERS, DeSMET, 2008) esta espécie já demonstrou ter grande potencial para invadir e se adaptar a novos ambientes fora de sua faixa nativa (TAUSZ et al., 2019).

A riqueza de espécies registrada na baía do Gerente é próxima a registrada por outros autores nas baías da Nhecolândia. As baías, ao contrário das salinas, são ambientes com maior heterogeneidade de habitats devido à presença de macrófitas e variáveis físicas e químicas mais propícias as espécies zooplancônicas (DOMIS et al., 2013), o que permitiu que a família Chydoridae tivesse a maior riqueza de espécies (64% do total) entre as famílias registradas no presente estudo. Este padrão foi observado em outras baías analisadas por Hollwedel et al. (2003) também no Pantanal matogrossense. As espécies desta família se encontram, portanto, ligeiramente super-representadas nestes ambientes visto que a família Chydoridae representa 47% das espécies de cladóceros do mundo (FORRÓ et al. 2008)

Os quídorideos são organismos com adaptações morfofuncionais que permitem a sobrevivência em ambientes semelhantes aos ambientes encontrados nas baías, pois se alimentam raspando as algas e partículas do substrato, possuindo um hábito alimentar diversificado (FRYER, 1995; KOTOV, 2006). A família Macrothricidae também é composta por espécies com adaptações morfofuncionais para se instalarem e terem sucesso em ambientes com grande quantidade de vegetação aquática e próximo à região bentônica (FRYER, 1974). Espécies desta família tiveram ocorrência frequente no presente estudo, ocorrendo em amostras de duas das três coletas realizadas: *Macrothrix spinosa* em agosto de 2018 e *Macrothrix* sp. em setembro de 2019. Assim, como no presente estudo, nas baías estudadas por Hollwedel et al. (2003) houve ocorrência de espécies da família Macrothricidae, como *Grimaldina brasai*, *Macrothrix elegans*, *Macrothrix spinosa* e *Onchobunops tuberculatus*.

A pequena riqueza de espécies do grupo Copepoda na baía do Gerente pode ser decorrente do número de espécies que ocorre no estado do Mato Grosso do Sul que representa apenas um pequeno subconjunto das 94 espécies de Calanoida neotropicais e das 53 espécies de Cyclopoida que ocorrem no Brasil (PREVIATELLI, 2010). A riqueza

deste grupo foi também baixa em relação ao número de espécies já registrada para o estado do Mato Grosso do Sul, Rosa & Silva reportaram a ocorrência de 20 espécies de Calanoida e de 26 espécies de Cyclopoida. No presente estudo foram registradas apenas uma espécie de Calanoida, *Notodiaptomus coniferoides* e uma espécie de Cyclopoida, *Metacyclops mendocinus*. Em outros estudos em ambientes semelhantes, de salinas e baías de água doce, foram obtidos resultados similares, tendo sido registrados desde nenhuma até três espécies de copépodos Calanoida e de uma a cinco espécies de Cyclopoida nas salinas e baías analisadas (REID; MORENO, 1990; MEDINA-JÚNIOR; RIETZLER, 2005; SILVA et al., 2009). A espécie *Metacyclops mendocinus* ocorreu em todas as coletas e é a única espécie de Copepoda registrada em lagoas salinas do Pantanal (REID; MORENO, 1990; MOURÃO, 1998; MEDINA-JÚNIOR; RIETZLER, 2005; SILVA et al., 2009).

Um dos objetivos do presente estudo foi o levantamento das espécies zooplanctônicas presentes na baía do Gerente e assim selecionar espécies representativas da comunidade para cultivo e estudo dos seus ciclos de vida. Desta forma foram selecionadas as espécies *Chydorus eurynotus* e *Chydorus nitidulus* como representantes da família Chydoridae e *Macrothrix spinosa* da família Macrothricidae entre os Cladocera, e o copépodo *Metacyclops mendocinus* que foi abundante e teve ocorrência tanto nas salinas quanto na baía, no período de estudo.

6.4 Ciclo de Vida e DNA barcode das espécies neotropicais *Chydorus nitidulus* Sars, 1901 e *Chydorus eurynotus* Sars, 1901 (Cladocera, Anomopoda, Chydoridae)

O gênero *Chydorus*, da família Chydoridae é de difícil análise taxonômica por meio da morfologia corporal. É um gênero composto por espécies de pequeno tamanho, com forma de corpo globular ou oval, com cerdas que se estendem até a metade posterior da margem ventral da válvula, inseridas na superfície interna. Apresentam escudo cefálico típico, cabeça com rostro agudo, labro grande e margem posterior arredondada. As principais características utilizadas para a diferenciação entre as espécies deste gênero são: diferenças na escultura das valvas, incluindo estruturas semelhantes a pelos e formação de estruturas semelhantes a pentes, sulcos e chifres laterais (SMIRNOV, 1996). As principais características da espécie *C. nitidulus* são o singelo alongamento em vista

lateral, a presença de denticulo no ângulo posterior-ventral, o pós-abdômen com forma oval e com margens do pós-abdômen é convexa e a ventral é reta; com cerca de 12 espinhos marginais, quase do mesmo tamanho (FREY 1982, ELMOOR-LOUREIRO 2010), características observadas nos organismos identificados como *C. nitidulus* por meio da taxonomia tradicional baseada nas características morfológicas (Figura 41 A) e muito similares aquela apresentadas por Frey (1982, na redescrição detalhada por ele feita com base no material utilizado por Sars (1901) ao descrever pela primeira vez a espécie (Figura 41 B)

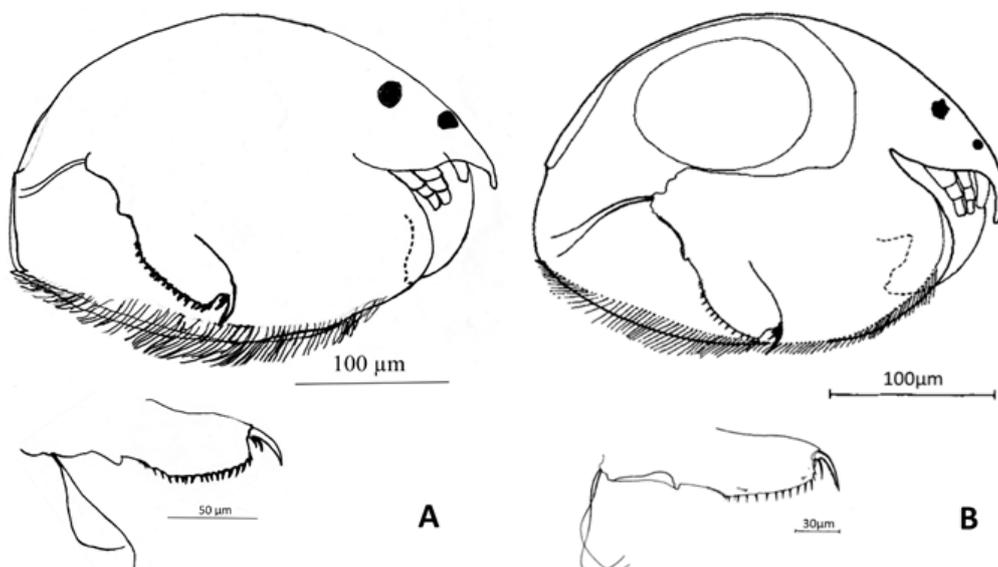


Figura 41 Ilustrações em A: da forma geral do corpo e pós-abdômen de *Chydorus nitidulus* da lagoa Baía do Gerente, Pantanal, Brasil (desenhos Karin de Paula Reis) e do material original usado na descrição das espécies por Sars 1901. B, ilustrações feitas por Frey (1982) em sua redescrição usando o material original depositado por Sars em um museu da Noruega.

As características gerais de *C. eurynotus* a segunda espécie do gênero *Chydorus* a ocorrer nos lagos tanto salinos como de água doce são: ângulo posterior-ventral arredondado, escudo da cabeça grande, com margem posterior arredondada, ocelo duas vezes menor que o olho. Comprimento e largura do pós-abdome relativamente uniformes, com ângulo anal pronunciado e 7 a 11 dentes diminuindo em direção à região proximal. Garras curvas e relativamente grandes com dois espinhos basais, o distal grande. O comprimento do corpo varia entre 350 e 500 µm.

Diagnóstico diferencial: De acordo com Smirnov (1996), *C. eurynotus* pode ser diferenciado de outras espécies de *Chydorus* por possuir placa labral curta, formato oval arredondado, geralmente com depressão na margem externa da carapaça, próxima à

extremidade distal. A segunda antena com a seguinte fórmula de espinulação: 0-0-3 / 0-1-3. Todas essas características foram observadas nos exemplares coletados nas lagoas (Figura 42 A) e muito similares aquelas apresentadas por Elmoor- Loureiro (1997) e por Smirnov (1996) (Figura 42B).

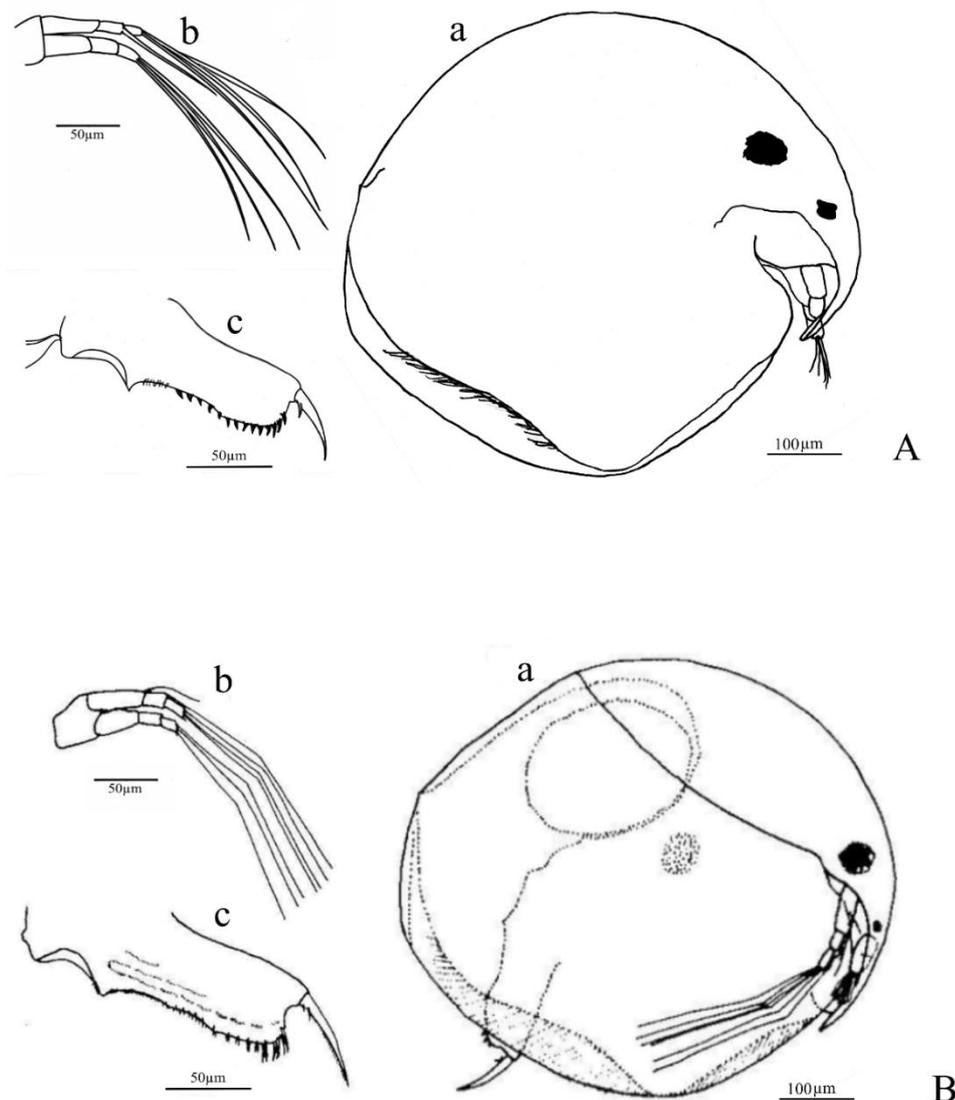


Figura 42 Ilustrações em A: da forma geral do corpo (a), segundas antenas (b) e pós-abdômen (c) de *Chydorus eurynotus* do lagoa Baía do Gerente, Pantanal, Brasil (desenhos Karin de Paula Reis) e B: desenhos de o material original usado na descrição dessa espécie por Sars (1901), fabricado por Paggi (1972).

No presente estudo, o tamanho dos neonatos foi de 200 µm para todos os neonatos medidos de *C. nitidulus* e $276,0 \pm 27,46$ µm para *C. eurynotus*. O tamanho médio do adulto foi de 408 µm \pm 10,69 e 483,33 \pm 17,32 para as duas espécies, respectivamente (Tabela 10). Esse tamanho foi um pouco maior que o relatado na

literatura de 350 μm e 480 μm respectivamente para essas espécies (Elmoor Loureiro 2010). É possível que as constantes condições climáticas e a qualidade dos alimentos nas culturas laboratoriais tenham sido mais favoráveis ao desenvolvimento dessa população de espécies do que as que crescem em corpos d'água naturais (MELÃO 1999; CASTILHO et al. 2015).

Tabela 10 Comparação dos parâmetros do ciclo de vida obtidos para *Chydorus nitidulus* e *Chydorus eurynotus* (deste estudo) com o de diferentes espécies de quidorídeos realizado por diferentes autores (dados da literatura).

Espécie	DDE	IP	P (μm)	F	FC	L	T ($^{\circ}\text{C}$)	Autor
<i>Chydorus nitidulus</i>	1.95	5.6	338.66 \pm 8.84	2	29	59.25	25	Presente estudo
<i>Chydorus eurynotus</i>	1.95	3.77	388 \pm 32.99	2	20.6	63.29	25	Presente estudo
<i>Acroperus harpae</i>	3.18					74	20	Bottrell 1975
<i>Acroperus harpae</i>	1.56	3.7		1.59		9.79	25	Melão 1997
<i>Alona iheringula</i>	1.79	3.24	413 \pm 29	2	47.6	46	25	Silva et al. 2014
<i>Alonella excisa</i>		3.17		2	46	73.4	19-23	Sharma & Sharma 1998
<i>Coronatella rectangula</i>	1.68	2.48	340 \pm 24	1.98	27.8	28.04	23.6	Viti et al. 2013
<i>Chydorus dentifer</i>	2.2	5.73		2		11.39	25	Melão 1997
<i>Chydorus pubescens</i>	1.96	2.37	241.6 \pm 17.7	2	22.3	25.44	23.6	Santos-Wisniewski et al. 2006
<i>Chydorus sphaericus</i>	3.1			2		24	20	Bottrell 1975
<i>Euryalona orientalis</i>	1.68	2.48		2	20	23.8	28-30	Venkataraman 1990
<i>Leydigia acanthocercoides</i>		3	680	2	20	23.2	28-30	Murugan & Job 1982
<i>Leydigia ciliata</i>				2	50	46	28-30	Venkataraman 1990
<i>Oxyurella longicaudis</i>	2.3	5.2	654.61 \pm 45.09	2	22	46.96	23	Castilho et al. 2015
<i>Pleuroxus uncinatus</i>	3.16			2		31	20	Bottrell 1975

DDE duração do desenvolvimento embrionário (dias), IP idade da primipara (dias), P tamanho médio da primipara (μm), F fecundidade (ovos. fêmea⁻¹ ninhada⁻¹), FC fecundidade acumulativa (total número de ovos por fêmea⁻¹), L longevidade (dias) e T temperatura ($^{\circ}\text{C}$).

A duração média do desenvolvimento pós-embrionário de *C. nitidulus* (5,6 dias) foi próxima à de *C. dentifer* (5,73 dias) e *O. longicaudis* (5,2 dias), embora este último tivesse maior tamanho corporal (800 e 635 μm , respectivamente). *C. eurynotus* (3,77 dias) teve a duração do seu desenvolvimento pós-embrionário semelhante ao de outras espécies da família Chydoridae, atingindo a maturidade em apenas três dias de vida, apesar das diferenças de temperatura, como por exemplo em relação aos cultivos de *Acroperus harpae*, *Alonella excisa*, *Leydigia acanthocercoides* e *A. iheringula* (MELÃO 1997; SHARMA; SHARMA 1998; MURUGAN; JOB 1982; SILVA et al. 2014). *Coronatella retangula* atinge o estágio primípara no segundo dia de vida (VITI et al. 2013), tendo, assim, o menor desenvolvimento pós-embrionário entre as espécies quidorídeos, para os estudos analisados. Sabe-se que a qualidade e a quantidade de alimentos disponíveis são

alguns dos principais fatores, além das condições de cultivo, influenciando o desenvolvimento pré-reprodutivo dos cladóceros (MELÃO, 1999).

Ambas as espécies cresceram rapidamente durante os primeiros dias de vida e posteriormente mais lentamente, houve crescimento exponencial até o quinto dia, seguido de crescimento lento até atingir o máximo assintótico. Esse padrão é comumente encontrado para muitas espécies de invertebrados que, após atingirem a maturidade, alocam mais energia para a reprodução, diminuindo o crescimento corporal (MURUGAN; JOB, 1982; CASTILHO et al., 2015). Apresentou baixo número de ovos por ninhada, com apenas dois ovos, seguindo o padrão observado para a maioria das espécies da família Chydoridae (BOTTRELL 1975; ROBERTSON 1988; SHARMA; SHARMA 1998; SANTOS-WISNIEWSKI et al. 2006; VITI et al. 2013; SILVA et al. 2014). Por esse motivo, os quidoriídeos em geral apresentam baixo crescimento populacional (MARTÍNEZ-JERÓNIMO; GÓMEZ-DÍAZ 2011).

Em seu primeiro registro e descrição da espécie atualmente conhecidas como *C. nitidulus* por Sars (1901), essa espécie foi identificada como pertencente ao gênero *Alonella* e descrita como uma nova espécie, *Alonella nitidula*. No entanto, o autor mencionou que algumas características pós-abdômen eram semelhantes às do gênero *Chydorus*. Esta mesma espécie foi posteriormente identificada por Bergamin (1931) como *Pleuroxus retrocurvatus*, mas devido a algumas características morfológicas (principalmente a disposição de suas cerdas ventrais posteriores), foi posteriormente transferida por Goulden (1966) para o gênero *Chydorus*, o gênero em que está atualmente classificado. Mais recentemente, Frey (1982) o redesenhou como *C. nitidulus* usando o material original de Sars, que é depositado no Museu de Oslo, na Noruega. A identidade taxonômica de *Chydorus eurynotus* também foi objeto de várias revisões. Depois de descrito em material coletado em São Paulo, SP, Brasil, recebeu os sinônimos júnior de *Chydorus flavescens* Daday 1905 e *Chydorus nomeralis* Bergamin 1939.

A identificação de espécies da família Chydoridae é considerada bastante difícil, entre os cladóceros, devido ao grande número de espécies existentes, e também à dificuldade de observar algumas características morfológicas, como os poros da cabeça e os anexos torácicos. Por isso, passou por intensa revisão nos últimos anos (ELMOOR-LOUREIRO 2010) e a biologia molecular tornou-se uma ferramenta importante nos estudos taxonômicos mais recentes.

Dado que outras espécies do gênero *Ephemeroporus* (*C. barroisi* e *C. hybridus*) foram previamente classificadas como *Chydorus* (FREY 1982), no presente estudo as

espécies de *Chydorus* analisadas molecularmente também foram comparadas com espécies do gênero *Ephemeroporus*. A divergência genética entre a sequência de *C. nitidulus* e *C. eurynotus* que cultivamos com a de uma amostra do gênero *Ephemeroporus* foi de 24,5% e 24,0%, respectivamente. Essa diferença é tão grande quanto a observada entre o mesmo espécime de nosso estudo e as sequências de DNA disponíveis no Genbank para *Chydorus* que ocorrem em outros países ou continentes. Essa grande variabilidade genética, também expressa em características fenotípicas, pode explicar as prováveis dúvidas que os autores anteriores tinham sobre a identificação de espécies de *Chydorus* e, portanto, as realocações taxonômicas sucessivas feitas, por exemplo, para *C. nitidulus*.

As muitas revisões da posição taxonômica de *C. nitidulus* ao longo dos anos e o sequenciamento resultam do presente estudo, no qual a menor diferença observada na região COI entre o isolado brasileiro e *Chydorus* sp. (KC617532) poderia ser suficiente para identificá-los como entidades taxonômicas distintas. A divergência genética encontrada é muito superior a 3%, a diferença atualmente adotada como limite superior para as espécies de Branchiopoda (JEFFERY et al. 2011) e superior a 5%, adotada para as espécies de Crustacea em geral (COSTA et al. 2007). Considerando todas as divergências obtidas, é possível afirmar que a sequência do DNA barcoding de *C. nitidulus* originada da Baía do Gerente é diferente das sequências de COI de todas as amostras de *Chydorus* já depositadas no GenBank até o momento. A área de distribuição geográfica de *C. nitidulus*, endêmica da região Neotropical (América Central e do Sul), associada a distâncias genéticas, reforça o conceito de endemismo continental (BELYAEVA; TAYLOR 2009; JEFFERY et al. 2011; SHARMA; KOTOV 2013), que se opõe ao cosmopolitismo.

Por outro lado, a pequena divergência genética encontrada entre a região do DNA barcoding isolada de *Chydorus eurynotus* e o isolado de *Chydorus pubescens* também do Brasil (já disponível no banco de genitores) é menor do que 3%, o que poderia sugerir mesma espécie, exigindo maior verificação entre esses isolados. No entanto, quando esse espécime de *Chydorus eurynotus* é comparado com todos os outros espécimes de diferentes gêneros e espécies incorporados na análise, pode-se verificar que são distintas. Com distâncias genéticas variando de 17% a 24,4%, mais altas que as distâncias requeridas para Branchiopoda (JEFFERY et al. 2011) ou outros grupos de Crustacea (COSTA et al. 2007) sejam consideradas entidades distintas.

Os resultados deste estudo reforçam a evidência de que estudos moleculares e morfológicos realizados simultaneamente, como no presente estudo, são importantes para preencher lacunas na identificação taxonômica de cladóceros Chydoridae. Destaca também a necessidade de ciclo de vida e análise molecular de outras espécies neotropicais de *Chydorus*, a fim de chegar a um consenso que apoie sua eventual identificação como nova espécie ou mesmo como pertencente a outro gênero. Mais esforços precisam ser direcionados para a inclusão de mais informações sobre espécies neotropicais em bancos de dados globais, como BOLD e Genbank, para facilitar futuros estudos de diversidade filogenética.

6.5 Ciclo de vida e DNA barcode de *Macrothrix spinosa* (King, 1853) (Crustacea: Branchiopoda: Cladocera)

A família Macrothricidae é considerada a mais primitiva dentre os cladóceros anomópodos, o que não significa que sejam organismos taxonomicamente mais simples. São organismos que frequentemente estão associados a regiões bentônicas e a vegetações aquáticas, devidas as suas características corpóreas como as margens da carapaça ventral que permitem o contato com vários substratos (FRYER, 1974). Os macrotrídeos possuem antênulas com um segmento, grandes, móveis geralmente apostas à parte anterior da superfície da cabeça; antenas (0-0-1-3/1-1-3) com endopodito tri-segmentado e exopodito com quatro segmentos, segmentos estes com longos ramos e margem ventral da valvas com grandes setas e pós abdômen largo com pequena garra terminal (SMIRNOV, 1992; ELMOOR-LOUREIRO, 1997).

As principais características utilizadas para a diferenciação entre as espécies deste gênero são: diferenças no formato e características da carapaça que pode ser reticulada, lisa, ponte aguda, alongada, serreada e se o escudo cefálico é separado das valvas por sulco cervical raso, profundo ou inexistente (SMIRNOV, 1992). As principais características da espécie *M. spinosa* são: contorno dorsal das válvulas não serrilhadas, mas lisas, escamosas (aparecendo como pequenas serrulações) ou com um dente, o segundo segmento do ramo AII de 4 segmentos tem apenas 1 espinho, antena I longa e seguimento distal da seta natatória curto (SMIRNOV, 1992). Todas estas características

que foram observadas nos organismos cultivados (Figura 43 A e 44 A), semelhantes as descritas por Smirnov (1992) (Figura 43 B e 44 B).

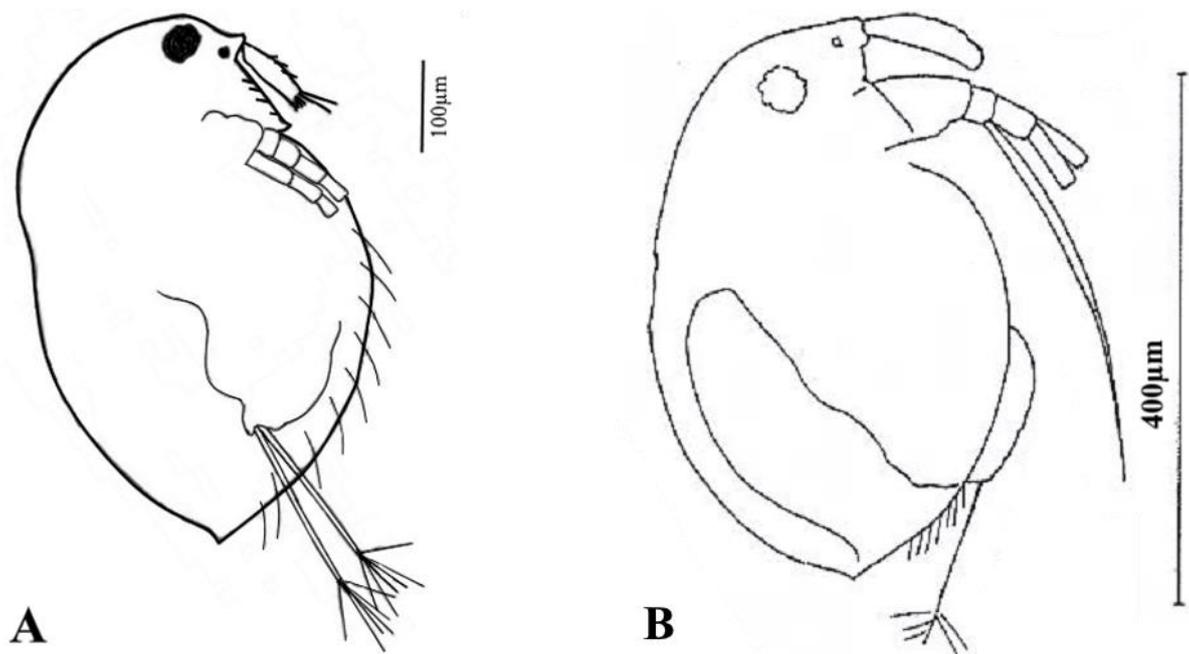


Figura 43 Ilustrações em A: ilustração da forma geral do corpo de *Macrothrix spinosa* da salina SR05, Pantanal, Brasil (desenhos Karin de Paula Reis) e B, ilustrações feitas por Smirnov (1992) em seu trabalho usando o material original do Lake Narran, New South Wales, Australia.

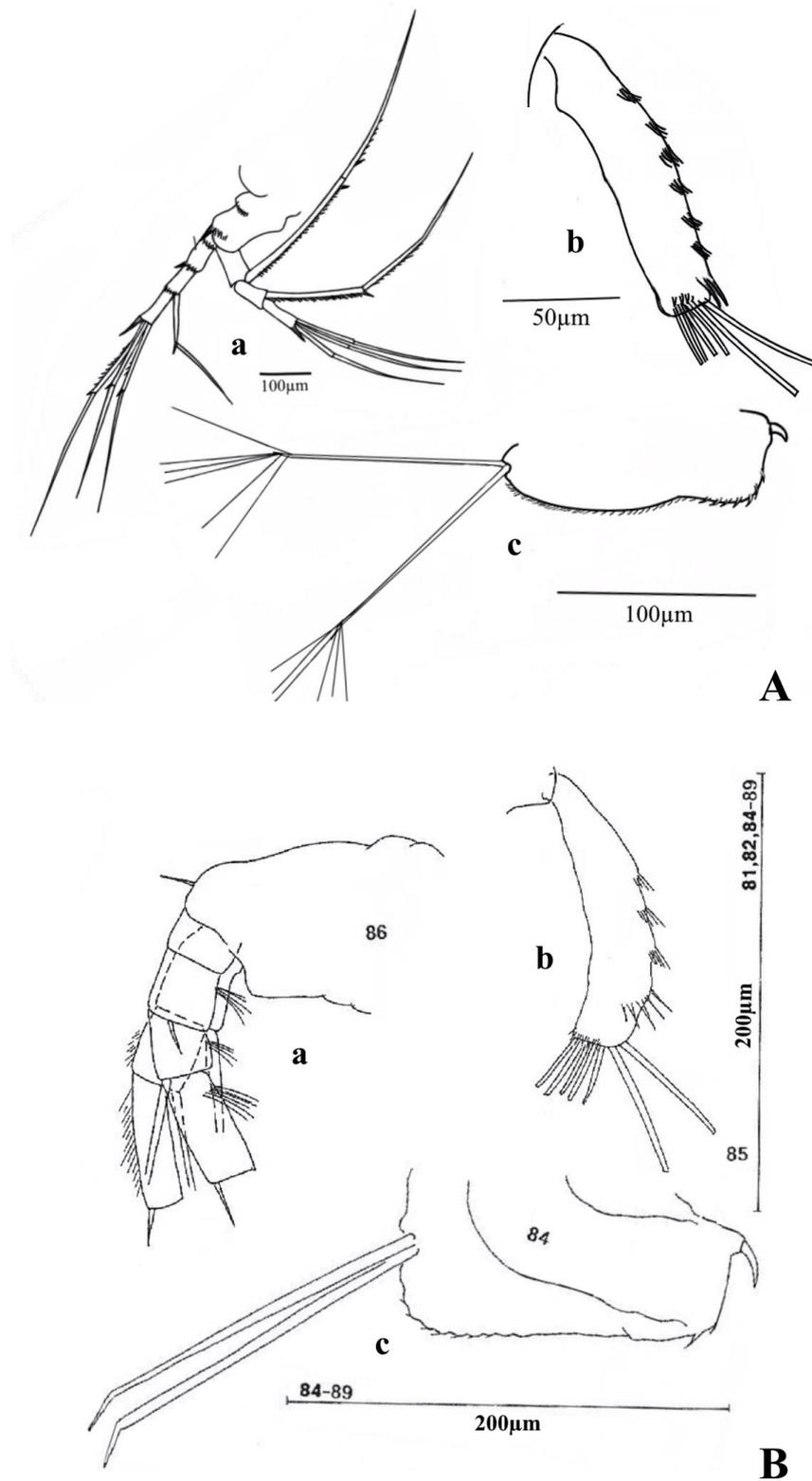


Figura 44 Ilustrações em A: *Macrothrix spinosa* da salina SR05, Pantanal, Brasil (desenhos Karin de Paula Reis) e B: ilustrações do material original feitas por Smirnov (1992) em seu trabalho usando o material original de Itatiba, Brasil. (a) Antena, (b) antênula e (c) pós-abdômen.

No presente estudo, o tamanho dos neonatos de *M. spinosa* foi de $312,96 \pm 17,05$ μm e o tamanho médio do adulto foi de $1110 \pm 51,19$ μm (Tabela 11). Esse tamanho foi maior que o relatado na literatura de 400 μm respectivamente para essas espécies (SMIRNOV, 1992). Provavelmente as constantes condições climáticas e a qualidade dos alimentos nas culturas laboratoriais tenham sido mais favoráveis ao desenvolvimento dessa população do que as que crescem em corpos d'água naturais (MELÃO 1999; CASTILHO et al. 2015).

Tabela 11 Comparação dos parâmetros do ciclo de vida obtidos para *Macrothrix spinosa* (deste estudo) e para outros macrotriciídios realizados por diferentes autores (dados da literatura).

Taxa	DE (dias)	DP (dias)	L (days)	T (°C)	Autor
<i>Macrothrix spinosa</i>	1,8	6,5	21,3	25	Presente estudo
<i>Macrothrix elegans</i>		5 a 6	38,2	25	Pinho, 2007
<i>Macrothrix flabelligera</i>	1,5	3,5	13,6	23	Güntzel & Rocha, 2003
<i>Macrothrix pectinata</i>	1,8	3,4	16,8	25	Melão, 1997
<i>Macrothrix rosea</i>	1,7	2,8	13,5	25	Melão, 1997

Desenvolvimento embrionário médio (DE), idade de primípara ou tempo de desenvolvimento pós-embrionário (DP) e longevidade (L), a várias temperaturas (T)

A duração do desenvolvimento pós-embrionário de *M. spinosa* (6,5) foi próxima da obtida para *M. elegans*. Esta espécie tem tamanho corpóreo (605 a 1015 μm) próximo ao *M. spinosa* do presente estudo (Kotov, 2004, Pinho, 2007). O desenvolvimento pós-embrionário foi maior que o observado em outras espécies de *Macrothrix* (*M. flabelligera*, *M. pectinata* e *M. rosea*). A qualidade e quantidade de alimento disponível influencia diretamente o desenvolvimento pré-reprodutivo dos cladóceros. Portanto, novos estudos com a utilização de uma dieta diferente e mais adequada para *M. spinosa* poderia talvez levar a uma diminuição do tempo de desenvolvimento pós embrionário e aumento no número de ovos (MELÃO, 1999). Provavelmente a espécie em estudo investiu mais recursos energéticos em crescimento corpóreo antes de iniciar a reprodução. O posterior investimento energético em reprodução poderia ter contribuído para a maior longevidade observada nos indivíduos de *M. spinosa* no presente estudo quando comparado a outras espécies de *Macrothrix* (MURUGAN; JOB, 1982).

Macrothrix spinosa cresceu rapidamente durante os primeiros dias de vida e posteriormente mais lentamente, houve crescimento exponencial até o sexto dia, seguido de crescimento lento até atingir o máximo assintótico. Esse padrão é comumente encontrado para muitas espécies de invertebrados que, após atingirem a maturidade, alocam mais energia para a reprodução, diminuindo o crescimento corporal (MURUGAN; JOB, 1982; CASTILHO et al., 2015). *M. spinosa* produziu em média $52,33 \pm 42,39$ ovos por fêmea ao longo de todo o seu ciclo de vida. O número elevado de ovos por ninhada também foi observado em outros estudos com espécies de *Macrothrix* (MELÃO, 1997, GÜNTZEL; ROCHA, 2003, PINHO, 2007). Cladóceros anomópodos primitivos tem número elevado de ovos (FRYER, 1974; ELMOOR-LOUREIRO, 1997).

Apesar de sua relevância ecológica, a taxonomia dos Macrothricidae esteve fora do foco de pesquisadores da área por um longo período, o que levou à falta de características morfológicas confiáveis para identificação de espécies e consequentemente diminuiu o acúmulo de conhecimento sobre a diversidade e distribuição de macrotricídeos. De acordo com Löffler (1968), a taxonomia dos Macrothricidae era “sem esperança”, e Korovchinsky (1996) chegou a concluir que não havia espécies aceitas sem ambiguidade entre os Macrothricidae. Smirnov (1976, 1992) agrupou todos os dados taxonômicos sobre esta família e produziu as primeiras chaves de identificação, as quais se tornaram a base para todos os trabalhos taxonômicos subsequentes. Ao longo do tempo o grupo passou por várias revisões (CIROS-PÉREZ et al., 1996; CIROS-PÉREZ; ELÍAS-GUTIÉRREZ, 1997; ELÍAS-GUTIÉRREZ; SMIRNOV, 2000), descrição de novas espécies e/ou redescições (SMIRNOV; BAYLY, 1995; KOTOV, 1999; GARFIAS-ESPEJO et al., 2007; SILVA-BRIANO et al., 1999; DUMONT et al., 2002; KOTOV; HOLLWEDEL, 2004; KOTOV et al., 2004, 2005; KOTOV, 2007, KOTOV, 2008) e consequentes realocações (KOTOV; HOLLWEDEL, 2004; KOTOV et al., 2005) evidenciando que ainda existe uma carência de conhecimento das espécies desta família.

O valor de divergência genética obtido entre o espécime oriundo do Pantanal e o exemplar da mesma espécie, disponível do GenBank (KC6176770), é muito superior ao limite de 3% estabelecido para delimitar espécimes de mesma espécie de Branchiopoda (JEFFERY et al. 2011) e aos 5% determinado para Crustacea (COSTA et al. 2007), portanto pode-se afirmar que o espécime desse estudo é diferente daqueles da mesma espécie de outras regiões do mundo.

Existem poucas informações na literatura acerca do gênero *Macrothrix* e da espécie *Macrothrix spinosa*, portanto a determinação da região COI é de extrema importância. Isso porque os dados moleculares auxiliam na elucidação da diversidade biológica, já que algumas características morfológicas são difíceis de serem determinadas. Estudos de base, como esse, podem ser futuramente aplicados na melhoria da classificação taxonômica desses organismos, relações evolutivas, filogeográficas e filogenéticas.

Há um grande conjunto de informações sobre morfologia, variação fenotípica, distribuição e ecologia de muitas espécies zooplânctônicas que é registrado em suas descrições formais, e isso seria perdido em uma abordagem somente de biologia molecular. Assim, sem a complementação de métodos moleculares e morfológicos, será mais difícil resolver o mistério das espécies crípticas. Dessa forma, recomenda-se que as abordagens moleculares de identificação sejam desenvolvidas e ampliadas, sempre que possível, que esforço deve ser comprometido para garantir a identificação correta das espécies e que novas espécies de plâncton não devem ser nomeadas com base na morfologia sozinha, sem o apoio da informação molecular.

O uso de estudos moleculares associados ao de caracteres morfológicos com um grande número de espécies de diferentes localidades podem resolver alguns problemas de questões taxonômicas e estabelecer ainda a filogenia mais provável de subfamília do zooplâncton. Isso ajudará a estabelecer melhor o status taxonômico para as novas morfoespécies já descritas e, importantes aspectos para a detecção de possíveis nichos ecológicos distintos e diferentes necessidades de estudos de preservação da biodiversidade do plâncton para fins biotecnológicos, incluindo a determinação de novas espécies modelo para experimentos de biomonitoramento e avaliação da toxicidade de xenobióticos. Além disso, os esforços devem ser direcionados para o crescimento de bases de dados globais, como BOLD e Genbank, a fim de ajudar futuras identificações e estudos filogenéticos.

6.6 Ciclo de vida de *Metacyclops mendocinus* (Wierzejski, 1892) (Copepoda Cyclopoida)

Metacyclops mendocinus foi descrita por Wierzejski, 1892, sendo uma espécie com ampla distribuição no território brasileiro, ocorrendo nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul (DA SILVA, 2011; ROSA, 2017; LANDA, 2017) e também em outros países da América do Sul como a Argentina, a Bolívia e o Chile (REID, 1985). No presente estudo esta espécie foi coletada em diversas lagoas salinas na região da Nhecolândia, sendo a única espécie de copépodo da ordem Cyclopoida registrada nestes corpos de água amostrados e cultivado em laboratório para o estudo de seu ciclo de vida.

Morfologicamente o gênero *Metacyclops* é caracterizado pela presença de um único articulo no quinto par de patas e um pequeno espinho localizado na porção lateral ou apical e uma seta longa, presente na região apical do apêndice (SILVA, 2003). Além disso, a espécie em questão apresenta o espinho externo da quinta pata, mencionado anteriormente, com o mesmo tamanho do articulo onde está inserido, podemos também ressaltar, que para a identificação o receptáculo seminal da fêmea também se torna uma característica importante, pois apresenta projeções laterais curtas, com a parte proximal larga e distal afilada (SILVA, 2003; REID, 1985).

O baixo número de náuplios observados pode ser atribuído ao canibalismo dos organismos adultos fato já observado para outras espécies de Cyclopoida, como por exemplo *Apocyclops procerus* (GUENTHER et al., 2015) e *Microcyclops anceps* (DUARTE, 2017). Os estágios naupliares observados no presente ciclo de vida corresponde aos já observados de forma geral para outras espécies de Cyclopoida por Dussart, 1969, como: a existência de seis instares naupliares e de cinco instares de copepodito, além do adulto. Assim a idade adulta é atingida após a ecdise do quinto para o sexto ínstar. No adulto é possível observar a presença de todos os pares de patas bem desenvolvidas e particularmente o par de quintas patas, as estruturas reprodutivas mais evidentes, como os sacos ovígeros e as antênulas modificadas dos machos e a produção dos espermatóforos.

A espécie *M. mendocinus* teve um período de desenvolvimento embrionário curto (1,27 dias) mas semelhante ao registrado para espécies de tamanho similar como *Ectocyclops herbsti* (DUARTE, 2017) e *Acanthocyclops viridis* (KHAN, 1965).

Ectocyclops herbsti tem tamanho um pouco menor (650-750 μm), enquanto *A. viridis* (990-1000 μm) tem tamanho semelhante ao de *M. mendocinus*. O desenvolvimento dos copépodes ciclopóides é influenciado diretamente pelas variáveis ambientais, principalmente pela disponibilidade de alimento e pela temperatura (HUTCHINSON, 1967; RIETZLER, 1991; ESPÍNDOLA, 1994; SILVA, 2015). Apesar da sua ampla distribuição, a espécie *M. mendocinus* normalmente ocorre em ambientes extremos, com alta salinidade, alterações no nível e nas características químicas da água (MEDINA-JÚNIOR; RIETZLER, 2005). É provável que a estabilidade fornecida no ambiente de cultivo em laboratório pode ter sido fatores favoráveis para a espécie e levado ao desenvolvimento embrionário próximo a *E. herbsti* e *A. viridis* embora estes tenham sido cultivados com maior variedade de alimentos (DUARTE, 2017; KHAN, 1965) (Tabela 12).

Tabela 12 Comparação da duração do desenvolvimento embrionário e pós-embrionário (em dias) dos estágios de desenvolvimento de *Metacyclops mendocinus* neste estudo e para outras espécies de Copepoda Cyclopoida cultivados a 25 ° C por diferentes autores.

Espécies	DE	N-C	C-A	N-A	Autores
<i>Metacyclops mendocinus</i> (Wierzejski, 1892)	1,27	4,31	6,18	10,43	Presente estudo
<i>Ectocyclops herbsti</i> (Dussart, 1984)	1,28	5,7	12,5	8,7 - 19,0	Duarte, 2017
<i>Eucyclops ensifer</i> (Kiefer, 1934)	1,03	6,3	8,5	13,5	Duarte, 2017
<i>Paracyclops pilosus</i> Dussart, 1983	1,85	5,77	8,2	12,83	Silva, 2015
<i>Paracyclops fimbriatus</i> (Fischer, 1853)	1,39	3,37	4,21	6-8	Melão, 1997
<i>Tropocyclops prasinus</i> (Fischer, 1860)	1,61	4,84	7,28	16,8	Melão, 1997
<i>Thermocyclops minutus</i> (Lowndes, 1934)	1,12	3,31	3,8	9,6	Rietzler, 1995
<i>Thermocyclops decipiens</i> (Kiefer, 1929)	1,33	7,22	3,46	15	Rietzler, 1995
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer, 1851)	1,94	5,6	7,14	11,5	Maiier, 1990
<i>Cyclops strenuus</i> Fischer, 1851	1,68	9,6	15	23	Maiier, 1990
<i>Acanthocyclops viridis</i> (Jurine, 1820)	1,18	6,32	5,01	12	Khan, 1965
<i>Mesocyclops longisetus</i> (Thie 'baud, 1912)	1,84	3,84	18,52	26,1	Melão, 1997

DE: desenvolvimento embrionário; N: náuplio; C: copepodito; A: adulto.

A partir da observação da curva de crescimento observaram-se diferenças entre o desenvolvimento de machos e fêmeas. Os machos amadurecem mais cedo e atingem menor comprimento do corpo enquanto as fêmeas amadurecem mais tardiamente e tem tamanhos corpóreos maiores. Este é um padrão comumente observado para os copépodos (KHAN, 1965; MAIER, 1990; RIETZLER, 1995; MELÃO, 1997; SILVA, 2015; DUARTE, 2017). Assim, como o os estágios iniciais foram mais curtos com pequena

diferença de tamanho e ficarem mais extensos e com maiores diferenças corpóreas ao longo da mudança de instares.

A longevidade de *M. mendocinus* no presente estudo foi curta comparada ao de outras espécies cujos ciclos de vida já foram descritos (Tabela 12). Geralmente a longevidade total e a duração dos estágios são características intrínsecas da espécie, determinadas geneticamente, contudo podem variar em certa extensão dependendo da influência de fatores como a alimentação e a temperatura da água (HUTCHINSON, 1967; RIETZLER, 1991; ESPÍNDOLA, 1994), contudo pode variar substancialmente entre espécies e entre sexo (KIØRBOE et al. 2015). Para se averiguar a longevidade obtida no presente estudo está relacionada a temperatura e/ou a dieta fornecida ou se é uma característica da espécie seria importante a realização de estudos futuros com variações de temperatura e dietas, já que esta foi a primeira descrição do ciclo de vida da espécie em uma condição fixa e restrita de temperatura e alimento.

Metacyclops mendocinus teve uma longevidade curta, desenvolvimento embrionário e pós-embrionário mais rápido do que algumas espécies de tamanho menor. Essas características poderiam ser intrínsecas da espécie que quando ocorrendo em ambientes extremos, como é o caso das salinas, apresente fenologia própria para se ajustar ao ambiente extremamente seletivo e comportamentos distintos do observado quando se desenvolve em outros tipos de ecossistemas.

7. CONCLUSÕES

As comunidades zooplanctônicas das salinas são empobrecidas em espécies, enquanto a da baía de água doce é mais diversificada. Contudo em relação à composição taxonômica, a hipótese de que as salinas por serem um ambiente extremo as espécies que ali ocorrem seriam exclusivas, é rejeitada, pois estas são espécies com ampla distribuição geográfica, ocorrendo não só no estado do Mato Grosso, mas em outros estados do Brasil e alguns em diferentes países ou continentes.

A comunidade zooplanctônica das salinas estudadas na região da Nhecolândia, Pantanal Matogrossense, caracterizou-se por reduzida riqueza de espécies e grande densidade de algumas espécies resistentes à salinidade e pH, como *Brachionus dimidiatus*

(Rotifera) e *Metacyclops mendocinus* (Copepoda). Assim em relação à pergunta inicialmente formulada, de que as salinas do Pantanal da Nhecolândia são ambientes com características extremas, onde somente uma ou poucas espécies do zooplâncton conseguem estabelecer populações duradouras a resposta é afirmativa e a primeira hipótese é corroborada, pois estas condições restringem a composição da comunidade zooplanctônica, particularmente no período de seca mas também no período chuvoso.

A variação climática típica da região tropical determina dois períodos distintos, o seco e o chuvoso, que tem grande influência na composição das comunidades zooplanctônicas, com efeitos pronunciados nas salinas e também afetando as comunidades das baías de água doce. Com o aumento do volume há diluição dos sais pela chuva favorecendo a recolonização das espécies zooplanctônicas. Portanto, a segunda hipótese, de que a variação anual altera as características morfológicas, físicas e químicas das salinas condicionando a composição taxonômica e a riqueza de espécies das comunidades zooplanctônicas, é plenamente corroborada pelos resultados obtidos.

O valor da diversidade funcional da comunidade zooplanctônica nas salinas variou amplamente de acordo com a variação anual provavelmente pelas características únicas das salinas analisadas, que funcionam como filtros ambientais nestes ecossistemas, selecionando organismos com características funcionais parecidas e consequentemente diminuindo os valores de diversidade funcional e aumentando a redundância funcional nesses ecossistemas no período de baixo nível de água. Desta forma a hipótese de baixa diversidade funcional devido às características das salinas foi parcialmente confirmada. No entanto no período chuvoso aos valores de diversidade funcional se assemelham a de vários corpos de água em outras regiões do país.

Os dados do ciclo de vida obtidos no presente estudo mostram que a história de vida de *C. nitidulus* e *C. eurynotus* se assemelha à de vários outros quidorídeos. Similarmente o ciclo de vida de *M. spinosa* e de *M. mendocinus* também se assemelharam ao de outros macrotricídeos e de outros copépodos ciclopoídeos com características próximas ou aparentados. As condições extremas das salinas determinam a ocorrência ou não de e ou dessas espécies ao longo do tempo. Contudo, quando cultivadas em condições padronizadas, as características dos ciclos de vida destas espécies se assemelham aos ciclos das mesmas em outros ambientes ou ao ciclo de vida espécies próximas.

Os estudos moleculares do COI das três espécies de cladóceros, por serem os primeiros obtidos para espécimes do Brasil para estas espécies, evidenciaram grandes divergências entre as sequências para elas obtidas e aquelas da mesma espécie, mas de outros países, como é o caso de *Macrothrix spinosa*. Por outro lado, para as espécies endêmicas neotropicais *Chydorus nitidulus* e *Chydorus eurynotus* as sequências obtidas são as primeiras no Genbank, mas ficaram próximas de um *Chydorus* sp. do México e de *Chydorus pubescens* do Brasil. Neste caso há indícios de que diferentes status taxonômicos e filogenéticos possam ser desvendados para estes cladóceros neotropicais. Destacando assim, a importância dos estudos taxonomicos e moleculares realizados simultaneamente para preencher lacunas na identificação taxonômica.

REFERÊNCIAS

- ABREU, M. J. 2016. Diversidade genética de Cladocera (Crustacea: Branchiopoda) do sul de Minas Gerais, utilizando DNA *barcode* como marcador molecular. Dissertação de mestrado (Mestre em Ciências Ambientais) - **Universidade Federal de Alfenas**.
- ABREU, M. J.; SANTOS-WISNIEWSKI, M. J.; ROCHA, O.; ORLANDO, T. C. 2010. The use of PCR-RFLP to genetically distinguish the morphologically close species: *Ceriodaphnia dubia* Richard, 1894 and *Ceriodaphnia silvestrii* Daday, 1902 (Crustacea Cladocera). **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, n. 1, p. 121-124.
- ALEKSEEV, V. R.; RAVERA, O.; DE STASIO, B. T. 2007. Introduction to Diapause. In: ALEKSEEV, V. R.; STASIO, B.; GILBERT, J. J. **Diapause in aquatic invertebrates theory and human use Dordrecht: Springer**, v. 82, p. 3-10.
- ALLAN, J.D. 1976. Life history patterns in zooplankton. **American Naturalist**, v.110, p:165-80.
- ARMENGOL, J. 1980. Colonización de los embalses españoles por crustáceos planctónicos y evolución de la estructura de sus comunidades. **Oecologia Aquatica**, v. 4, p. 45-70.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. 2017. NBR 13373: Ecotoxicologia aquática — Toxicidade crônica — Método de ensaio com *Ceriodaphnia* spp (Crustacea, Cladocera). **ABNT**, Rio de Janeiro 16-17.
- BALVANERA, P., PFISTERER, A. B., BUCHMANN, N., HE, J.-S., NAKASHIZUKA, T., RAFFAELLI, D.; SCHMID, B. 2006. Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services. **Ecology Letters**, v. 9(10), p. 1146–1156.
- BARNETT, A.J.; FINLAY, K, BEISNER, B.E. 2007. Functional diversity of crustacean zooplankton communities: towards a trait-based classification. **Freshwater Biology**, v. 52, p.796-813.
- BATALHA, M.A.; CIANCIARUSO, M.V.; MOTTA Jr., J.C. 2010. Consequences of simulated loss of open Cerrado areas to bird functional diversity. **Natureza & Conservação**, v.8, p. 34-39.
- BEADLE, L.C., 1974. The inland waters of Tropical Africa: an introduction to tropical limnology. Long man Group, **Limited**, London, 365 p.
- BELYAEVA M.; TAYLOR, D.J. 2009. Cryptic species within the *Chydorus sphaericus* species complex (Crustacea: Cladocera) revealed by molecular markers and sexual stage morphology. **Molecular Phylogenetics and Evolution**. v.50, p. 534-546.
- BERGAMIN, F. 1931. Estudo sistemático dos Cladocera das águas do Município de São Paulo. Tese de Doutorado, **Faculdade de Medicina de São Paulo**, São Paulo. 49p.
- BOISSONNOT, L., NIEHOFF, B., HAGEN, W., SØREIDE, J. E., & GRAEVE, M. 2016. Lipid turnover reflects life-cycle strategies of small-sized Arctic copepods. **Journal of Plankton Research**. v. 38(6); p. 1420-1431.

- BOTTRELL, H. H. 1975. Generation time, length of life, instar duration and frequency of moulting, and their relationship to temperature in eight species of Cladocera from the River Thames, **Reading Oecologia**, n.19, p:129-140.
- BOZELLI, R. L., HUSZAR, V. L. M. 2003. Comunidades Fito e zooplanctônicas continentais em tempo de avaliação. **Limnotemas 3**. Sociedade Brasileira de Limnologia.
- BRASIL. 1997. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Plano de conservação da Bacia do Alto Paraguai (Pantanal). Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (Pantanal) - PCBAP: análise integrada e prognóstico da Bacia do Alto Paraguai. **Programa Nacional do Meio Ambiente**. Projeto Pantanal. Brasília, v. 2(3), p.369.
- BRUM, B. R., NEVES, I. F.; DE ARRUDA, L. A. G. 2009. Caracterização da comunidade zooplanctônica presente no sistema de lagoas de estabilização na cidade de Cuiabá/MT. **Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental** (II=438), p; 1-9.
- CÁCERES, C. E.; SOLUK, D. A. 2002. Blowing in the wind: a field test of overland dispersal and colonization by aquatic invertebrates. **Oecologia**, v. 131, p. 402–408.
- CALHEIROS, D.F; FERREIRA, C.J.A. 1996. Alterações limnológicas no Rio Paraguai (“dequada”) e o fenômeno natural de mortandade de peixes no Pantanal Matogrossense-MS. Corumbá: Embrapa Pantanal. (**EMBRAPA Pantanal. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 7**). 51p.
- CASTILHO, M.C.A, WISNIEWSKI, M.J.S, ABREU, C.B, ORLANDO, T.C. 2015. Life history and DNA barcode of *Oxyurella longicaudis* (Birgei, 1910) (Cladocera, Anomopoda, Chydoridae). **Zoological Studies**, n. 54(20), p. 1-7.
- CASTILHO, M. C. A. 2018. O papel da comunidade zooplanctônica em estados limnológicos alternativos em uma lagoa rasa. Tese de doutorado em Ciências Biológicas, **Universidade Estadual Paulista – Campus de Botucatu**. 134p.
- CASTILHO-NOLL, M. S. M. et al. 2012. Fauna de invertebrados planctônicos e fitófilos em ambientes lênticos associados a fragmentos florestais remanescentes da região noroeste do estado de São Paulo. IN: NECCHI-JUNIOR, O. **Fauna e Flora de Fragmentos Florestais Remanescentes da Região Noroeste do Estado de São Paulo**. Holos: São José do Rio Preto 2012 - São Paulo. 301p.
- CENTENO, A.J. 1999. **Curso de estatística aplicada à biologia**. 2a ed. Goiânia: Ed. da UFB, 234p.
- CIANCIARUSO, M. V., SILVA I. A. & BATALHA M. A. 2009. Diversidades filogenética e funcional: novas abordagens para a Ecologia de comunidades. **Biota Neotropica**. v.9, p.93-103.
- CIANCIARUSO, MV.; SILVA, I.A.; BATALHA, M.A.; GASTON, K.J.; PETCHEY O.L. 2012. The role of fire on phylogenetic and functional structure of woody savannas: moving from species to individuals. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v.14, p.205-216.
- CIROS-PÉREZ, J.; ELÍAS-GUTIÉRREZ, M. 1997. *Macrothrix smirnovi*, a new species (Crustacea: Anomopoda: Macrothricidae) from Mexico, a member of the *M. triserialis* group. **Proceedings of the Biological Society of Washington**, v.110, p:115-127.

- CIROS-PÉREZ, J.; SILVA-BRIANO, M; ELÍAS-GUTIÉRREZ, M. 1996. A new species of *Macrothrix* (Anomopoda: Macrothricidae) from Central Mexico. **Hydrobiologia**, v. 319, p:159–166.
- COELHO-BOTELHO, M.J. 2014. Dinâmica da comunidade zooplancônica e sua relação com o grau de trofia em reservatório. **Boletim da CETESB**. 2004. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em 16 set.
- COLBURN, E. A. 1988. Factors influencing species diversity in saline waters of Death Valley, USA. **Hydrobiologia**, v.158, p: 215-226.
- COSTA, F.O.; DE WAARD, J.R.; BOUTILLIER, J.A.; RATNASINGHAM, S. 2007. Biological identifications through DNA barcodes: the case of the Crustacea. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v.64(2), p: 272-295.
- CUNHA, J. 1943. Cobre de Jauru e Lagoas alcalinas do Pantanal. **DNPM/LPM, Boletim**, v. 6, p:1-53.
- CUNHA, N. G. 1980. Considerações sobre os solos da sub-região da Nhecolândia, Pantanal Mato-Grossense. Corumbá, **EMBRAPA-EUPAE de Corumbá**, (Circular técnico, 1).
- DA SILVA, W. M.; MATSUMURA-TUNDISI, T. 2011. Checklist dos Copepoda Cyclopoida de vida livre de água doce do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, n. 11(1a), p. 1-11.
- DAJOZ, R. 1983. **Ecologia geral**. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 472 p.
- DÍAZ, S.; CABIDO, M. 2001. Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 16, p: 646-655.
- DÍAZ, S.; LAVOREL, S.; MCINTYRE, S.; FALCZUK, V.; CASONOVES, F.; MILCHUNAS, DG.; SKARPE, C.; RUSCH, G.; STERNBERG, M.; NOY-MEIR, I.; LANDSBERG, J.; ZHANG, W.; CLARK, H.; CAMPBELL, BD. 2007. Plant trait responses to grazing a global synthesis. **Global Change Biology**, v.13, p:313-341.
- DOMIS L. S., ELSER J. J., GSELL A. S. *et al.* 2013. Plankton dynamics under different climatic conditions in space and time. **Freshwater Biology** 58, 463-482.
- DUARTE, M. A. 2017. Ciclo de vida e dinâmica populacional de espécies nativas de Copepoda Cyclopoida em cultivos de laboratório. [Dissertação de Mestrado] **Universidade Federal de São Carlos**.
- DUMONT, H. J. 1992. The regulation of plant and animal species and communities in African shallow lakes and wetlands. **Revue Hydrobiologie Tropicale**, v.25, p:303-344.
- DUMONT, H.J.; ROCHA, O.; TUNDISI, J.G. 1994. The impact of predation in structuring zooplankton communities with emphasis on some lakes in Brazil. **Proceedings of the International Water Seminar**. Mazatlán, México, p: 11-43.
- DUMONT, H.J.; SILVA-BRIANO, M. 2000. *Karualonan*.gen. (Anomopoda: Chydoridae), with a description of two new species, and a key to all known species. **Hydrobiologia**, v.435, p: 61–82.
- DUSSART B., 1969. Bernard. **Les copepodes des eaux continentales d' Europe Occidentale**. Paris: N. Boube; 292 p.

EDMONDSON, W.T.; WINBERG, G.G. 1971. A manual on methods for the assessment of secondary productivity in freshwater. Oxford, London: **Blackwell Scientific Publications**, 358p.

ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A. 1997. Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil. Brasília, **Universa**. p156.

_____. 2000. Brazilian cladoceran studies: where do we stand? **Nauplius**, n.8; p.117-131.

_____. 2010. Cladóceros do Brasil: famílias Chydoridae e Eurycercidae. **Available at DIALOG**. <http://cladocera.wordpress.com/>. Accessed on 7 jun. 2019.

_____. 2016. Avaliação dos Quidorídeos (Branchiopoda: Chydoridae). Cap. 9: p. 135-142. In: PINHEIRO, M.; BOOS, H. (Orgs.). **Livro Vermelho dos Crustáceos do Brasil: Avaliação 2010-2014**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Carcinologia - SBC, 466 p.

ESPÍNDOLA, E.L.G. 1994. Dinâmica da associação congênica da espécie de *Notodiptomus* (Copepoda, Calanoida) no reservatório de Barra Bonita. 363p. São Carlos. Tese (Doutorado)- Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

ELIAS-GUTIERREZ, M.; MARTÍNEZ-JERÓNIMO, F.; IVANOVA, N. V.; VALDEZ-MORENO, M.; HEBERT, P. D. N. 2008. DNA barcodes for Cladocera and Copepoda from Mexico and Guatemala, highlights and new discoveries. **Zootaxa**, n. 1839, p. 1-42.

ELÍAS-GUTIÉRREZ, M.; SMIRNOV, N.N. 2000. *Macrothrix marthae*, a new species (Crustacea: Anomopoda: Macrothricidae), a highly specialized macrothricid from Mexico. **Proceedings of Biological Society of Washington**, v. 113, p:652–660.

ESTEVEZ, F. A. 2011. **Fundamentos de Limnologia**. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Interciência. Brasil. p.790.

FORRÓ, L.; KOROVCHINSKY, N.M.; KOTOV, A.A.; PETRUSEK, A. 2008. Global diversity of cladocerans (Cladocera; Crustacea) in freshwater. **Hydrobiologia**, v. 595, p:177-184.

FREY, D.G. 1982. Relocation of *Chydorus barroisi* and related species (Cladocera, Chydoridae) to a new genus and description of two new species* Dept. of Biology, Indiana University, Bloomington, IN 47405, USA. **Hydrobiologia**, v. 86, p: 231- 269.

FRYER, G. 1968. Evolution and Adaptive Radiation in the Chydoridae (Crustacea: Cladocera): A Study in Comparative Functional Morphology and Ecology. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 254(795), p: 221-384.

FRYER, G. 1974. Evolution and adaptive radiation in the Macrothricidae (Crustacea: Cladocera): a study in comparative function morphology and ecology. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B**, v. 269, p. 137-274.

FRYER, G. 1995. The Most Dangerous Wave. **The Sciences**, v. 35(4), p: 38-43.

FRYER, G. 2009. The feeding mechanism of some freshwater cyclopoid copepods. **Proceedings of the Zoological Society of London**, v. 129(1), p: 1-25.

GANNON, J.E.; STEMBERGER, R. 1978. Zooplankton (especially crustaceans and rotifers) as indicators of water quality. **Transactions of the American Microscopical Society**, v. 97, p: 16-35.

GARFIAS-ESPEJO, T.; ELIAS-GUTIERREZ, M.; SILVA-BRIANO M. 2007. On *Macrothrix agsensis* Dumont, Silva-Briano & Babu, 2002 (Cladocera: Anomopoda:

Macrothricidae), with description of the male and ephippial females, and comments on the distribution of the genus in Mexico. **Zootaxa**, v.1632, p: 49 -60.

GARRIDO, A. V.; BOZELLI, R. L. 2000. The study of zooplankton during the filling of the Serra da Mesa Reservoir, Tocantins River (GO, Brazil). **Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie**, v. 27, p:2875-2878.

GASC, A.; SUEUR, J.; JIGUET, F.; DEVICTOR, V.; RANDCOLAS, P. BURROW, C.; DEPRAETERE, M.; PAVOINE, S. 2013. Assessing biodiversity with sound: Do acoustic diversity indices reflect phylogenetic and functional diversities of bird communities? **Ecological Indicators**, v.25, p: 279–287.

GELLER W, MÜLLER H. 1981. The filtration apparatus of Cladocera: filter mesh-sizes and their implications on food selectivity. **Oecologia (Berlin)**. n 49, p. 316-321.

GOULDEN, C.E. 1966. La Aguada de Santa Ana Vieja: An interpretative study of the cladoceran microfossils. **Archives of Hydrobiologie**. v.62, p: 373-404.

GREENWALD, G. M.; HULBERT, S. H. 1993. Microcosm analysis effects on coastal lagoon plankton assemblages. **Hydrobiologia**., v. 267, p: 307-335.

GILBERT, J. J. 1990. Differential effects of *Anabaena afinis* on cladocerans and rotifers: Mechanisms and implications. **Ecology**, v.71, p:1727-1740.

GREENWALD, G. M.; HULBERT, S. H., 1993. Microcosm analysis effects on coastal lagoon plankton assemblages. **Hydrobiologia**, v. 267, p: 307-335.

GUENTHER, M., DURST, R., FELISMINO, W. S., PESSOA, V. T.; NEUMANNLEITÃO, S. 2015. Feeding ecology of *Apocyclops procerus* (Copepoda, Cyclopoida) under experimental conditions. **Crustaceana**, v. 88(3), p: 283-297.

GÜNTZEL, A.M.; ROCHA, O.; MATSUMURA-TUNDISI, T. 2003. Life cycle of *Macrothrix flabelligera* Smirnov, 1992 (Cladocera, Macrothricidae) recently reported for the Neotropical region. **Hydrobiologia**, v. 490(1-3), p:87-92.

GYLLSTRÖM, M.; HANSSON, L. A. 2004. Dormancy in freshwater zooplankton: Induction, termination and the importance of benthic-pelagic coupling. **Aquatic Sciences**, v. 66, p.274–295.

HARDY, E. R.; DUNCAN, A. 1994. Food concentration and temperature effects on life cycle characteristics of tropical Cladocera (*Daphnia gessneri* Herbst, *Diaphanosoma sarsi* Richard, *Moina reticulata* Daday): I. Development time. **Acta Amazônica**, v. 24, p. 119-134.

HEBERT, P.D.N.; CYWINSKA, A.; BALL, S.L.; DE WAARD, J.R. 2003. Biological identifications through DNA barcodes. **Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences**, n.270(1512); p.313-321.

HIDASI-NETO, J.; BARLOW, J.; CIANCIARUSO, M.V. 2012. Bird functional diversity and wildfires in the Amazon: the role of forest structure. **Animal Conservation**, v.15, p: 407–415.

HOLLWEDEL, W.; KOTOV, A. A. & BRANDORFF, G. 2003. Cladocera (Crustacea: Branchiopoda) from the Pantanal (Brazil). **Arthropoda Selecta** 12(2):67-93.

HUTCHINSON, G. E. A 1967. treatise on limnology (Introduction to lake biology and the limnoplankton). **John Wiley & Sons, Incorporation**, New York, v. 2, 1115p.

- JEFFERY, N.W.; ELIAS-GUTIERREZ, M.; ADAMOWICZ, S.J. 2011. Species Diversity and Phylogeographical Affinities of the Branchiopoda (Crustacea) of Churchill, Manitoba, Canada. **PLoS ONE**. v. 6(5): e18364.
- KHAN, M. F. 1965. Proc. R. Ir. **Acad.** v.64B, 117p.
- KIØRBOE, T.; CEBALLOS, S.; THYGESSEN, U.H. 2015. Interrelations between senescence, life-history traits, and behavior in planktonic copepods. **Ecology**, v. 96(8), p: 2225–2235.
- KOROVCHINSKY, N.M. 1996. How many species of Cladocera are there? **Hydrobiologia**, v.321, p: 191–204.
- KOSTE, W. 1978. Rotatoria die radertiere mitteleuropas, Übeirdnung Monogononta. Berlin: **Gebriider Bernträger**, 1010 p.
- KOSTE, W.; SHIEL, R.J. 1986. Rotifera from AustralianInland waters I. Bdelloidea (Rotifera: Digononta). **Australian Journal of Marine and Freshwater Research**, v.37, p: 765-792.
- KOTOV, A.A. 1990. Redescription of *Macrothrix tripectinata* Weisig, 1934 (Anomopoda, Branchiopoda), with a discussion of some features rarely used in the systematics of the genus. **Hydrobiologia** v.403, p:63–80.
- KOTOV, A.A.; GARFIAS-ESPEJO, T.; ELÍAS-GUTIÉRREZ, M. 2004. Separation of two Neotropical species: *Macrothrix superaculeata* (Smirnov, 1982) versus *M. elegans* Sars, 1901 (Macrothricidae, Anomopoda, Cladocera). **Hydrobiologia**, v. 517, p. 61–88.
- KOTOV, A.A, STIFTER P. 2006. Cladocera: family Ilyocryptidae (Branchiopoda: Cladocera: Anomopoda). Ghent: Kenobi Productions; Leiden: Backhuys. (**Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world; 22**). 172 p.
- KOTOV, A.A. 2007. Revision of the hirsuticornis-like species of *Macrothrix* Baird, 1843 (Cladocera: Anomopoda: Macrothricidae) from Subantarctic and temperate regions of the southern hemisphere. **Journal of Natural History**, v. 41, p:2569–2620.
- KOTOV, A.A. 2008. Importance of male and ehippial female characters for differentiating three Palaearctic species of *Macrothrix* Baird, 1843 (Cladocera: Anomopoda), with a redescription of *Macrothrix dadayi* Behning, 1941. **Annals Limnologie** 44: 45–61.
- KOTOV, A.A. 2009. A revision of *Leydigia* Kurz, 1875 (Anomopoda, Cladocera, Branchiopoda), and subgeneric differentiation within the genus. **Zootaxa**, v. 2082, p. 1-84.
- KOTOV, A.A.; HOLLWEDEL, W. 2004. Revision of the *Macrothrix paulensis* species group (Anomopoda, Cladocera, Branchiopoda) in Neotropics, with description of *M. brandorffi* n. sp. **Archiv of Hydrobiologie** Suppl 151: 125–159.
- KOTOV, A.A.; MAIPHAЕ, S.; SANOAMUANG, L. 2005. Revision of *Macrothrix paulensis* -like species (Anomopoda, Cladocera, Branchiopoda) in Asia, and phylogeny of the paulensis -group. **Archiv of Hydrobiologie**, v.1151, p:269–299.
- KOTOV, A.A.; KARABANOV, D.P.; BEKKER, E.I. NERETINA, T.V.; TAYLOR, D.J. 2016. Phylogeography of the *Chydorus sphaericus* group (Cladocera: Chydoridae) in the Northern Palearctic. **PLoS ONE** doi: 10.1371/journal.pone.0168711.

- KUMAR S, STECHER G, TAMURA K. 2016. MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 7.0 for Bigger Datasets. **Molecular Biology and Evolution**, v.33(7), p:1870-1874.
- LÖFFL ER H. 1968. Die Crustaceenfauna der Binnengewässer osta-frikanischen Hochberge. Hochgebirgsforschung **Heft**, v.1. p:107 –170.
- LAMPERT, W. 1987. Laboratory studies on zooplankton–cyanobacteria interactions. N. Z. J. **Marine Freshwater Research**, v.21, p: 483–490.
- LANDA, G.G.; DER MAAS, A.S.V.; FIGUEIREDO, J.G. 2017. Comunidade Zooplanctônica da represa Epamig, Lavras, Minas Gerais, Brasil. **Revista de Ciências**, v. 8, n. 3.
- LALIBERTÉ, E.; LEGENDRE, P. 2010. A distance-based framework for measuring functional diversity from multiple traits. **Ecology**, v. 91, p. 299-305.
- LALIBERTÉ, E.; NORTON, DA.; SCOTT, D. 2013. Contrasting effects of productivity and disturbance on plant functional diversity at local and metacommunity scales. **Journal of Vegetation Science**, v.24, p:834-842.
- LALIBERTÉ, E.; LEGENDRE, P.; SHIP LEY, B. 2014. FD: measuring functional diversity from multiple traits, and other tools for functional ecology. **R package version**, v. 1, p. 0-12.
- LAURETO, L. M. O.; CIACIARUSO, M. V.; SAMIA, D. S. M. 2015. Functional diversity: an overview of its history and applicability. **Natureza e Conservação**, v. 13, p: 112–116.
- LAZZARO, X. 1987. A review of planktivorous fishes: their evolution, feeding, behaviours, selectivities, and impacts. **Hydrobiologia**. v. 146, p. 97–167.
- LITCHMAN, E.; DE TEZANOS PINTO, P.; KLAUSMEIER, CA.; THOMAS, MK.; YOSHIYAMA, K. 2010. Linking traits to species diversity and community structure in phytoplankton. **Hydrobiologia**, v.653, p:15–28.
- LITCHMAN, E.; OHMAN, MD.; KIORBOE, T. 2013. Trait-based approaches to zooplankton communities. **Journal of Plankton Research**, v.35, p: 473–484.
- LONGHI, M. L. e BEISNER, B.E. 2010. Patterns in taxonomic and functional diversity of lake phytoplankton. **Freshwater Biology**, v.55, p: 1349–1366.
- MAGUIRE, B. Jr. Passive overland transport of small aquatic organisms. **Ecology**, v. 40, 312, 1959.
- MAIA-BARBOSA, P. M.; MENENDEZ, R. M; PUJONI, D. G. F.; BRITO, S. L.; AOKI, A.; BARBOSA, F. A. R. 2014. Zooplankton (Copepoda, Rotifera, Cladocera and Protozoa: Amoeba Testacea) from natural lakes of the middle Rio Doce basin, Minas Gerais, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 14 (1), p. 1-20.
- MAIER, G. 1990. The life-history of 2 copepods with special reference to *Eudiaptomus vulgaris* Schmeil, 1898. **Crustaceana** v. 59, p: 204–212.
- MARGALEF, R. 1983. **Limnologia**. Barcelona: Omega, 1010 p.
- MARTÍNEZ-JERÓNIMO, F.; GÓMEZ-DÍAZ, P. 2011. Reproductive biology and life cycle of *Leydigia lousi mexicana* (Anomopoda, Chydoridae), a rare species from freshwater littoral environments. **Crustaceana**, v. 84(2), p:187-201.

- MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J.G. 2003. Calanoida (Copepoda) species composition changes in the reservoirs of São Paulo State (Brazil) in the last twenty years. **Hydrobiologia**, v.504 (1), p: 215-222.
- MONTÚ, M.; GOEDEN, I. M. Atlas dos Cladocera e Copepoda (Crustacea) do Estuário da Lagoa dos Patos (Rio Grande, Brasil). **Nerítica**, Pontal do Sul, PR, 1(2):1-134. 1986.
- MOREIRA, F. W. A.; LEITE, M. G. P.; FUJACO, M. A. G.; MENDONÇA, F. P. C.; CAMPOS, L. P.; ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M. 2016. Assessing the impacts of mining activities on zooplankton functional diversity. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 28, p. e7.
- MOURÃO, G.M. 1989. Limnologia comparativa de três lagoas (duas “baías” e uma “salina”) do Pantanal da Nhecolândia, MS. São Carlos, 135 p. Dissertação de Mestrado. **Universidade Federal de São Carlos**.
- McGILL, B. J.; ENQUIST, B. J.; WEIHER, E.; WESTOBY, M. 2006. Rebuilding community ecology from functional traits. **TRENDS in Ecology and Evolution**, v. 21, n. 4.
- MEDINA-JUNIOR, P. B.; RIETZLER, A. C. 2005. Limnological study of a Pantanal saline lake. **Brazilian Journal of Biology**. [online]. vol.65, n.4, pp.651-659.
- MELÃO, M.G.G. 1997. A comunidade planctônica (fitoplâncton e zooplâncton) e produtividade secundária do zooplâncton de um reservatório oligotrófico. (Tese de doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Departamento de ecologia e biologia evolutiva. **Universidade Federal de São Carlos, SP, Brazil**.
- MELÃO, M.G.G. 1999. Desenvolvimento e aspectos reprodutivos de cladóceros e copépodos de águas continentais brasileiras. *Perspectivas na limnologia do Brasil*, v.1, p: 45-57.
- MURUGAN, N.; JOB, S. V. 1982. Laboratory studies on the life cycle *Leydigia acanthocercoides* Fisher (1854) (Cladocera: Chydoridae). **Hydrobiologia**, v. 89, p.9-16.
- NEGREIROS, N. F. 2010. Variação anual da diversidade e produção secundária de Rotifera do reservatório da UHE de Furnas-MG, Brasil. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Departamento de ecologia e biologia evolutiva. **Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 214f**.
- NESSIMIAN, J. L.; De-LIMA, I. H. A. G. 1997. Colonização de três espécies de macrófitas por macroinvertebrados aquáticos em um brejo no litoral do estado do Rio de Janeiro. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 9, p. 149–163.
- NOGRADY, T.; WALLACE, RL.; SNELL, TW. 1993. Rotifera: biology, ecology and systematic. In: DUMONT, HJF. Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. Netherlands: **SPB Academic Publishing**, v.1: p: 1-142.
- NOGRADY, T.; SEGERS, H. 2002. (eds). Rotifera 6; The Asplanchnidae, Gastropodidae, Lindiidae, Microcodinidae, Synchaetidae, Trochosphaeridae. In Dumont, H. J. (ed.), **Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World 18**. Backhuys Publishers BV, Dordrecht, The Netherlands.
- ODUM, E. P. 1983. **Basic Ecology**. New York: Saunders, 613p.

- OLIVEIRA-NETO, A.L.; MORENO, I.H. 1999. Rotíferos. In Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX. Invertebrados de água doce (C.A. Joly & C.E.M. Bicudo, coord.). **FAPESP**, São Paulo, v.4.
- OKANO, W.Y. 1980. Padrão de migração vertical e flutuação sazonal das principais espécies de Copepoda (Crustacea) do lago Dom Helvécio: Parque Estadual do Rio Doce-MG. São Carlos. Dissertação de Mestrado. **Universidade Federal de São Carlos**. 168 p.
- OKUMURA, D.T.; ROCHA, O. 2011. Estudos ecotoxicológicos com as espécies *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiaptomus iheringi* (Copepoda, Calanoida). **Universidade de São Paulo, São Carlos**, Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-15032011-140613/?&lang=pt-br> >.
- OOMS-WILMS, A.L., POSTEMA, G., GULATI, R.D. 1995. Evaluation of bacterivory of Rotifera based on measurements of *in situ* ingestion of fluorescent particles, including some comparisons with Cladocera. **Journal of Plankton Research**, n. 17, p.1057-1077.
- PADOVANI, C.R. 2010. Dinâmica espaço-temporal das inundações do Pantanal. Piracicaba 223p. Tese de Doutorado. -Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Centro de Energia Nuclear da Agricultura. **Universidade de São Paulo**.
- PAGANO, M. 2008. Feeding of tropical cladocerans (*Moina micrura*, *Diaphanosoma excisum*) and rotifer (*Brachionus calyciflorus*) on natural phytoplankton: effect of phytoplankton size-structure. **Journal of Plankton Research**, v. 30, p. 401–414.
- PETCHEY, O. L.; GASTON, K. J. 2006. Functional diversity: back to basics and looking forward. **Ecology Letters**, v. 9, p. 741 –758.
- PAINA, K. A; MELÃO, M. G.G. 2019. Zooplankton community structure from tropical temporary ponds during a flood period. **LIMNETICA**, v. 38 (1), p: 189 – 211.
- PÁLFFY, K.; PRÉSING, M.; VÖRÖS, L. 2013. Diversity patterns of trait-based phytoplankton functional groups in two basins of a large, shallow lake (Lake Balaton, Hungary) with different trophic state. **Aquatic Ecology**, v.47, p:195–210.
- PEČNIKAR, Ž. F.; BUZAN, E. V. 2014. 20 years since the introduction of DNA barcoding: from theory to application. **Journal of applied genetics**, v. 55 (1), p. 43-52.
- PETCHEY, O.L.; GASTON, KJ. 2002. Functional diversity (FD), species richness and community composition. **Ecology Letters**, v.5, p: 402–411.
- PERBICHE-NEVES, G. 2011. Copépodes planctônicos (Calanoida e Cyclopoida) em reservatórios e trechos lóticos da bacia do Rio da Prata (Brasil, Paraguai, Argentina e Uruguai): taxonomia, distribuição geográfica e atributos ecológicos. Tese de Doutorado. **Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP**- São Paulo.
- PINHO, S.J.C. 2007. Estudo da viabilidade do cladóceros tropical *Macrothrix elegans* Sars, 1901 (Cladocera, Macrothricidae) como organismo-teste em ensaios ecotoxicológicos. Dissertação apresentada ao **Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia**, Salvador.
- PINTO-COELHO, R.M.1998. Effects of eutrophication on seasonal patterns of mesozooplankton in a tropical reservoir: a four years study in Pampulha Lake, Brazil. **Freshwater Biology**, v.39, p: 173-187.
- PLA, L.; CASANOVES, F.; DI RIENZO, J. 2012. **Quantifying Functional Diversity**. New York: Springer.

PREVIATELLI, D. 2010. Filogenia e Biogeografia dos Diaptominae Neotropicais (Crustacea: Copepoda: Calanoida). Tese de Doutorado apresentada ao Instituto **Nacional de Pesquisas da Amazônia**, Manaus.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2014. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing.

PROCTOR, V. W., MALONE, C. R. Further evidence of the passive dispersal of small aquatic organisms via the intestinal tract of birds. **Ecology**, v. 46, p. 728–729, 1965.

PROSSER S; MARTINEZ-ARCE A; ELIAS-GUTIERREZ M. 2013. A new set of primers for COI amplification from freshwater microcrustaceans. **Molecular Ecology Resources**, v. 13, p: 1151-1155.

RAMOS, M. E. C. 2002. Diagnóstico da comunidade zoobentônica do infralitoral da Baía de Garapuá, Cairu - BA. Monografia (Bacharel em Ciências Biológicas) - **Universidade Federal da Bahia**, Salvador, 78f.

REID, J.W. 1985. Chave de identificação para as espécies continentais sulamericanas de vida livre da Ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda). **Boletim de Zoologia**, v.9, p: 17-143.

REID, J. W.; MORENO, I. H. 1990. The Copepoda (Crustacea) of the Southern Pantanal, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia.**, v. 3; p. 721-739.

RICCI, C. 2001. Dormancy patterns in rotifers. **Hydrobiologia**, v. 446, p. 1-11.

REYNOLDS, C.; HUSZAR, V.; KRUK C.; NASELLI-FLORES, L.; MELO, S. 2002. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. **Journal of Plankton Research**, v.24: p: 417-428.

RIETZLER, A. C. 1991. Estudo da dinâmica de populações de Copepoda Calanoida na Represa do Lobo (“Broa”). Dissertação de Mestrado, **EESC/USP**, São Carlos, 196p.

RIETZLER, A.C. 1995. Alimentação, ciclo de vida e análise da coexistência de espécies de Cyclopoida na represa de Barra Bonita, São Paulo. São Carlos. Tese de Doutorado. – Escola de Engenharia de São Carlos, **Universidade de São Paulo**. 385p.

RIETZLER, A.C.; ESPÍNDOLA, E.L.G. 1998. Microcystis as a food source for copepods in a subtropical eutrophic reservoir. **Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie**. v. 264, p:2001-2005.

RIZO, E. Z. C.; GU, Y.; DUMONT, H. J.; HAN, B. P. 2017. Identifying functional groups and ecological roles of tropical and subtropical freshwater Cladocera in Asia. **Hydrobiologia**, v. 799, p: 83–99.

ROBERTSON, A.L. 1988. Life histories of some species of Chydoridae (Cladocera: Crustacea). **Freshwater Biology**, v. 20, p:75-84.

ROCHA, O.; MATSUMURA-TUNDISI, T. 1990. Growth rate, longevity and reproductive performance of *Daphnia laevis* Berge, *D. gessneri* Herbst and *D. ambigua* Scounfield in laboratory cultures. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 50, n. 4, p. 915-921.

ROCHA, O.; SENDACZ, S.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Composition, biomass and productivity of zooplankton in natural lakes and reservoirs of Brazil. In: TUNDISI, JG.; BICUDO, CEM.; MATSUMURA-TUNDISI, T. (Eds). **Limnology in Brazil**. Rio de Janeiro: ABC/SBL. p.151-165. 1995.

- ROCHA, O., SANTOS-WISNIEWSKI, M.J., MATSUMURA-TUNDISI, T. 2011. Checklist de Cladocera de água doce do Estado de São Paulo. **Biota Neotropica**, n. 11, p:1-20.
- ROCHE, K.F.; SILVA, W.M. 2017. Checklist dos Rotifera (Animalia) do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, 107(supl.): e2017105.
- ROSA, F. R. D.; SILVA, W. M. D. 2017. Checklist of the free-living Copepoda (Crustacea) from Mato Grosso do Sul state. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 107.
- RUSSO, M. R.; HAHN, N. S. 2006. Importance of zooplankton in the diet of a small fish in lagoons of the upper Paraná River floodplain, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**. v.18, n.4, p.357-366.
- SA-ARDRIT, P.; BEAMISH, F. W. H. 2005. Cladocera, diversity, abundance and habitat in a Western Thailand stream. **Aquatic Ecology**., v. 39, p. 353-365.
- SACHEROVÁ V, HEBERT P.D.N. 2003. The evolutionary history of the Chydoridae (Crustacea: Cladocera). **Biological Journal of the Linnean Society** n.7 v.94; p. 629-643.
- SAMPAIO, E.V.; LÓPEZ, C.M. 2000. Zooplankton community composition and some limnological aspects of an oxbow lake of the Paraopeba River, São Francisco River Basin, Minas Gerais, Brazil. **Braz. Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 43(3), p: 285-293.
- SANTOS, R. M. A. 2017. Avaliação espacial dos grupos funcionais da comunidade zooplanctônica num reservatório tropical (UHE de Furnas-MG). Dissertação de mestrado em Ciências Ambientais. **Universidade Federal de Alfenas**, Alfenas, 131f. 2017.
- SARS, G.O. 1901. Contributions to the knowledge of the freshwater Entomostraca of South America, as shown by artificial hatching from dried material. In: Part 1. Cladocera. **Arch Math Naturvidensk Amnva**, Kristiania, v. 23, p: 1-101.
- SAKAMOTO, A.Y. 1997. “Dinâmica Hídrica em uma Lagoa “Salina” e seu Entorno no Pantanal da Nhecolândia: Contribuição ao Estudo das Relações Entre o Meio Físico e a Ocupação, Fazenda São Miguel do Firme, MS”. Tese de Doutorado. **Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas/USP** São Paulo.
- SCHRODER T. 2005. Diapause in monogonont rotifers. **Hydrobiologia**, v. 546, p. 291-306.
- SEAMAN, M. T.; ASHTON, P. J.; WILLIAMS, W. D. 1991. Inland salt waters of southern Africa. **Hydrobiologia**., v.210, p: 75-91.
- SHIEL, R.J.; KOSTE, W. 1992. Rotifera from Australian inland waters VIII. Trichercidae (Monogononta). **Transactions Royal Society of South Australia**, v.116, n.1: 1-27.
- SHIEL, R.J.; KOSTE, W. 1993. Rotifera from Australian waters. IX. Gastropodidae, Synchaetidae, Asplanchnidae (Rotifera: Monogononta). **Transactions Royal Society of South Australia**, v.117, p: 111-139.
- SANTANGELO, J. M. 2009. Produção, eclosão e implicações ecológicas e evolutivas dos estágios dormentes do zooplâncton. **Limnotemas**, v.7, p.1-36.
- SANTOS-WISNIEWSKI, M.J. 1998. Distribuição espacial e produção secundária da comunidade zooplanctônica da represa de Barra Bonita – SP. Tese de Doutorado, **Universidade Federal de São Carlos**, SP.

SANTOS-WISNIEWSKI MJ, ROCHA O, GUNTZEL AM, MATSUMURA-TUNDISI T. 2006. Aspects of the life cycle of *Chydorus pubescens* Sars, 1901 (Cladocera, Chydoridae). **Acta Limnologica Brasiliensia**, n. 18; p.315-333.

SANTOS-WISNIEWSKI, M.J.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; NEGREIROS, N. F.; SILVA, L. C.; SANTOS, R. M.; ROCHA, O. 2011. O estado atual do conhecimento da diversidade dos Cladocera Branchiopoda) nas águas doces do estado de Minas Gerais. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 3, p. 287-301.

SARMA, S.S.S, NANDINI, S., GULATI, R.D. 2005. Life history strategies of cladocerans: comparisons of tropical and temperate taxa. **Hydrobiologia**. n 542; p.315-333.

SCHEFFER, M.; VAN NES, E.H. 2007. Shallow lakes theory revisited: various alternative regimes driven by climate, nutrients, depth and lake size. **Hydrobiologia**, v.584 (1), p: 455-466.

SCHWARTZ, M. K.; LUIKART, G.; WAPLES, R. S. 2007. Genetic monitoring as a promising tool for conservation and management. **Trends in ecology & evolution**, v. 22 (1), p: 25-33.

SEGERS, H. 1995. Rotifera: the Lecanidae (Monogononta) In: Dumont, H.J.F. Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. **Netherlands: SPB Academic**, v.2. 226 p.

SEGERS, H. 2007. A global checklist of the rotifers (Phylum Rotifera). **Zootaxa**, v. 1564, p. 1–104.

SEGERS, H.; DE SMET, W.H. 2008. Diversity and endemism in Rotifera: a review, and Keratella Bory de St Vincent. **Biodiversity and Conservation**. 17 (2), 303–316. <https://doi.org/10.1007/s10531-007-9262-7>

SEGERS, H.; SHIEL, R.J. 2003. Microfaunal diversity in a biodiversity hotspot: new rotifers from Southwestern Australia. **Zoological Studies**, v.42, n.4, p: 516-521.

SENDACZ, S., CALEFFI, S.; SANTOS-SOARES, J, 2006. Zooplankton Biomass of Reservoirs in Different Trophic Conditions in the State of São Paulo, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, p: 337-350.

SHARMA, S, SHARMA, B. K. 1998. Observations on the longevity, instar durations, fecundity and growth in *Alonella excisa* (Fisher) (Cladocera, Chydoridae). **Indian Journal Animal Science** n. 68, p: 101-104.

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**, v.3702, p:79-89.

SILVA-BRIANO, M.; DIEU, N.Q.; DUMONT, H.J. 1999. Redescription of *Macrothrix laticornis* (Jurine, 1820), and description of two new species of the *M. laticornis*-group. **Hydrobiologia** v. 403, p: 39–61.

SILVA, E.S, ABREU, C.B.; ORLANDO, T.C.; WISNIEWSKI, C. SANTOS-WISNIEWSKI, M.J. 2014. *Alona iheringula* Sinev & Kotov, 2004 (Crustacea, Anomopoda, Chydoridae, Aloninae): life cycle and DNA barcode with implications for the taxonomy of the Aloninae subfamily. **PloS ONE**.

- SILVA, J. S. V.; ABDON, M. M. 1998. Delimitação do pantanal brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília. v.33, Número Especial, p: 1703-1711.
- SILVA, L.C. 2011. Variação espacial e temporal da diversidade e biomassa da comunidade zooplanctônica do reservatório da UHE Furnas-MG, Brasil. **Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP**. Dissertação de Mestrado. 306 p.
- SILVA, M.H.S. 2012. Análise da paisagem do pantanal da nhicolândia: estudo de caso das lagoas salitradas sob a perspectiva do modelo GTP (geossistema, território e paisagem). Tese (Doutorado) - Produção do Espaço Geográfico da **Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”**. Presidente Prudente- São Paulo.
- SILVA, W.M.; MATSUMURA-TUNDISI, T. 2005. Taxonomy, ecology, and geographical distribution of the species of the genus *Thermocyclops* Kiefer, 1927 (Copepoda, Cyclopoida) in São Paulo state, Brazil, with description of a new species. **Brazilian Journal of Biology**, v.65, n.3: 521-531.
- SILVA, W. M.; MATSUMURA-TUNDISI, T. 2011. Checklist dos Copepoda Cyclopoida de vida livre de água doce do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica** 11(1a):5-11.
- SILVA, D.M.; BATALHA, M.A.; CIANCIARUSO, M.V. 2013. Influence of fire history and soil properties on plant species richness and functional diversity in a neotropical savanna. **Acta Botanica Brasilica**, v.27, n.3: 490-497.
- SILVA, E.S. 2019. Cladocera de água doce do estado de São Paulo – Brasil: taxonomia, ecologia e diversidade de espécies. Tese de Doutorado, **Universidade Federal de São Carlos, SP**.
- SILVA, L.C. 2015. A comunidade zooplanctônica de rios amazônicos na área de influência da Usina Hidrelétrica de Santo Antônio do Madeira, RO: diferentes abordagens no monitoramento. Tese de Doutorado, **Universidade Federal de São Carlos, SP**.
- SILVA, W. M.; ROCHE, K. F.; EILERS, V.; OLIVEIRA, M. D. Copepod (Crustacea) distribution in the freshwater and hyposaline lakes of the Pantanal of Nhecolândia (Mato Grosso do Sul, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia** 21 (3):327-331. 2009.
- SILVA, W.M. 2003. Diversidade dos Cyclopoida (Copepoda, Crustacea) de água doce do estado de São Paulo: taxonomia, ecologia e genética. Tese de Doutorado. **Universidade Federal de São Carlos, São Carlos**. 154 p.
- SMITH, A.; SANDEL, B.; KRAFT, N.; CAREY, S. 2013. Characterizing scale-dependent community assembly using the functional-diversity-area relationship. **Ecology**, v.94, p:2392–2402.
- SMIRNOV, N. N. 1974. Chydoridae of the world's fauna. Fauna of the URSS – Crustacea 1: 1-644. Windermere, UK: **Freshwater Biological Association**.
- SMIRNOV, N.N. 1976. Macrothricidae and Moinidae of the World fauna. Fauna SSSR, novaya seriya. **Rakobraznye** 1: 1 –237 [in Russian]
- SMIRNOV, N. N. 1992. Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. 1. The Macrothricidae of the world. **The Hague, SPB: Academic Publishing**, 143p.
- SMIRNOV, N.N. 1996. Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental Waters of the world coordinating. Cladocera: the Chydorinae and Sayciinae

(Chydoridae) of the world. **Academic Publishing State university of Gent**, Belgium, 196 pp.

SMIRNOV, N.N.; BAYLY, I.A.E. 1995. New records and further description of *Macrothrix hardingi* Petkovski (Cladocera) from granite pools in Western Australia. **Journal of Royal Society Western Australia** v. 78, p:13–14.

SINEV, A. Y. 2001. Redescription of *Alona iheringi* Sars, 1901 (Chydoridae, Anomopoda, Branchiopoda), a South American species related to *A. rustica* Scott, 1895. **Hydrobiologia**, v. 464, n. 1-3, p: 113-119.

SINEV, A Y. 2015. Revision of the pulchella-group of *Alona* s. lato leads to its translocation to *Ovalona* Van Damme et Dumont, 2008 (Branchiopoda: Anomopoda: Chydoridae). **Zootaxa**, v. 4044, n. 4, p. 451-492.

SINEV, A. Y; VAN DAMME, K; KOTOV, A. A. 2005. Redescription of tropical-temperate cladocerans *Alona diaphana* King, 1853 and *Alona davidi* Richard, 1895 and their translocation to *Leberis* Smirnov, 1989 (Branchiopoda: Anomopoda: Chydoridae). **Arthropoda Selecta**, v. 14, n. 3, p. 183-205.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; ROCHA, O. 2011. Produção de plâncton (fitoplâncton e zooplâncton) para alimentação de organismos aquáticos. **Rima**, São Carlos.

SOARES, C. E. A.; ELMOOR-LOUREIRO, L. M. A. 2011. Uma atualização da lista de Cladocera Cladocera (Crustacea, Branchiopoda) do estado de Pernambuco, Brasil. **Biota Neotropica**. v. 11, n. 2, p. 409-414, 2011.

SOBRAL F. L.; CIANCIARUSO M. V. 2012. Estrutura filogenética e funcional de assembléias: (re) montando a ecologia de comunidades em diferentes escalas espaciais. **Bioscience Journal**, v. 28, p: 617-631.

SOUZA, T. R.; NUNES, M. V. & DA SILVA, L. C. 2013. Comunidade zooplancônica e seu uso como bioindicadora do estado trófico de uma região do reservatório da UHE de Furnas. **IX Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 9(11), p: 546-559.

SOUZA-SOARES, F.; TUNDISI, J. G. ; MATSUMURA-TUNDISI, T. 2011. Checklist de Rotifera de água doce do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica** (Edição em Português. Online) **JCR**, v. 11, p. 515-539.

STREBLE, J. H.; FROST, B. W. 1987. Atlas de los microorganismos de agua dulce: la vida en una gota de agua. **Omega**: Barcelona, p. 83-85.

TAUSZ1, C.E.; BEAVER, J.R.; RENICKER, T.R.; KLEPACH, J.A.; POLLARD, A.I.; MITCHELL, R.M. 2019. Biogeography and co-occurrence of 16 planktonic species of *Keratella* Bory de St. Vincent, 1822 (Rotifera, Ploima, Brachionidae) in lakes and reservoirs of the United States. **Zootaxa** 4624 (3): 337–350.

TAKAHASHI, A.; KOKUBUN, N.; MORI Y, SHIN, H.C. 2008. Krill-feeding behaviour of gentoo penguins as shown by animal-borne camera loggers. **Polar Biology**, v. 31, p: 1291–1294.

TESSIER, A. J.; WOODRUFF, P. 2002. Cryptic trophic cascade along a gradient of lake size. **Ecology**, v. 83, n. 5, p. 1263–1270.

THOMAS, I. F. 1961. The Cladocera of the swamps of Uganda. **Crustaceana**, vol. 2, no. 2, p. 108-125.

- TILMAN, D.; KNOPS, J.; WEDIN, D.; REICH, P.; RITCHIE, M.; SIEMANN, E. 1997. The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. **Science**, v.277, p:1300-1302.
- TILMAN, D. 2001. Functional diversity. In **Encyclopedia of Biodiversity** (S.A. Levin, ed.). Academic Press, San Diego, p. 109-120.
- TUCCI, C. E. M. 2002. **Impactos da variabilidade climática e o uso do solo sobre os recursos hídricos**. Brasília: Agencia Nacional de Águas.
- TUNDISI, J. G.; MATSURA-TUNDISI, T. 2008. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções, **Estudos avançados** v.22, n.63, p.7-16.
- TUNDISI, J.G. & MATSUMURA-TUNDISI, T. 2016. Integrating ecohydrology, water management and watershed economy: case studies from Brazil. **Ecohydrology & Hydrobiology**. v. 16, p: 83-91.
- VALENTINI, A.; POMPANON, F.; TABERLET, P. 2009. DNA barcoding for ecologists. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 24, p: 110-117.
- 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**, v. 1960, p: 1-44.
- 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**, v. 2875, p: 1-64.
- VELHO, L.F.M.; LANSAC-TÔHA, F.A.; BONECKER, C.C. 2005. Distribuição Longitudinal da Comunidade Zooplânctônica em Reservatórios. In: Rodrigues, L.; Thomaz, S.M.; Agostinho, A.A. & Gomes, L.C. (eds). **Biocenoses em Reservatórios: Padrões Espaciais e Temporais**. São Carlos: Rima, p: 129-136.
- VENKATARAMAN K. 1990. Life-history studies on some cladoceran under laboratory conditions. **Journal Indian Science Association**, n. 6, p. 127-132.
- VILLÉGER, S., MASON, N. W. H.; MOUILLOT, D. 2008. New multidimensional functional diversity indices for a multifaceted framework in functional ecology. **Ecology**, v. 89(8), p: 2290–2301.
- VITI, T., ORLANDO, T.C, SANTOS-WISNIEWSKI, M..J. 2013. Life history, biomass and production of *Coronatella rectangula* (Branchiopoda, Anomopoda, Chydoridae) from Minas Gerais. **Iheringia, Série Zoologia**, n.103(2), p.110-117.
- VOGT, R.J.; PERES-NETO, P.R.; BEISNER, B.E. 2013. Using functional traits to investigate the determinants of crustacean zooplankton community structure. **Oikos**, v.122, p: 1700–1709.
- WALCZYNSKA, A.; SERRA, M. 2014. Species size affects hatching response to different temperature regimes in a rotifer cryptic species complex. **Evolutionary Ecology**, v. 28, p: 131–140.
- WETZEL, R. G. 1983. **Limnologia**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian.
- WEITHOFF, G. 2003. The concepts of „plant functional types“and „functional diversity“ in lake phytoplankton - a new understanding of phytoplankton ecology? **Freshwater Biology**, v.48, p: 1669-1675.

WHITESIDE, M. C. 1970. Danish chydorid Cladocera: modern ecology and core studies. **EcoLogical Monographs**, v. 40, p. 79-118.

WHITESIDE, M. C.; HARMSWORTH, R. V. 1967. Species diversity in Chydorid (Cladocera) communities. **Ecology**, v. 48, p. 664-667.

WILLIAMSON, C.E.; REID, J.W. 2009. Copepoda. In: Likens GE (ed) **Encyclopedia of inland waters**, vol 3. Elsevier, Oxford, p: 633–642.

YOUNG, S. S.; NI, M. H.; LIU, M. Y. 2012. Systematic Study of the *Simocephalus* Sensu Stricto Species Group (Cladocera: Daphniidae) from Taiwan by Morphometric and Molecular Analyses. **Zoological Studies**, p. 51, p: 222-231.

ZANATA, L.H.; GÜNTZEL, A.M.; RODRIGUES, T.A.R.; SOARES, M.P.; SILVA, W.M. 2017. Checklist de Cladocera (Crustacea, Branchiopoda) do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 107(supl.): e2017113.

ANEXOS

Anexo 1 Composição taxonômica dos Cladocera, Copepoda e Rotifera amostrados em 6 salinas do Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul – MS, Brasil.

Phylum: Arthropoda

Subphylum: Crustacea

Classe: Branchiopoda

Ordem: Diplostraca

Família: Cyclestherida

Cyclestheria hislopi (Baird, 1859)

Ordem: Cladocera

Família: Sididae

Diaphanosoma fluviatile Hansen, 1899

Diaphanosoma spinulosum Herbest, 1967

Latonopsis australis Sars, 1888

Família: Moinidae

Moina micrura Kurz, 1874

Família: Daphniidae

Ceriodaphnia cornuta rigaudi Sars, 1896

Ceriodaphnia silvestrii Daday, 1902

Família: Macrothricidae

Grimaldina brazzai Richard, 1892

Macrothrix spinosa King, 1853

Família: Chydoridae

Alona guttata Sars, 1862

Anthalona verrucosa (Sars, 1901)

Coronatella monacantha (Sars, 1901)

Ovalona glabra (Sars, 1901)

Phylum: Arthropoda

Subphylum: Crustacea

Classe: Maxillopoda

Subclasse: Copepoda

Ordem: Calanoida

Família: Diaptomidae

Notodiaptomus coniferoides (Wright, 1927)

Ordem: Cyclopoida

Família: Cyclopidae

Sub-família: Cyclopinae

Metacyclops mendocinus (Wierzejsy, 1892)

Phylum: Rotifera

Classe: Monogononta

Ordem: Collothecacea

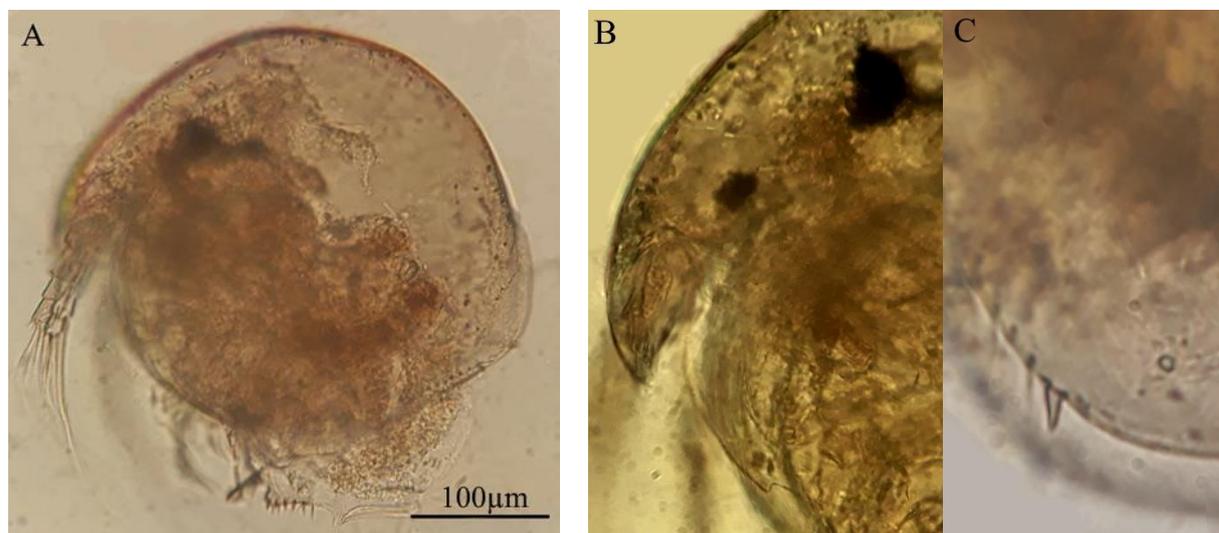
Família: Collothecidae

Collotheca sp

Ordem: Flosculariacea**Família:** Conochilidae*Conochilus* sp**Família:** Filinidae*Filinia longiseta* (Ehrenberg, 1834)*Filinia terminalis* (Plate, 1886)**Família:** Hexarthridae*Hexarthra* sp**Família:** Floscularidae*Testudinella patina* (Hermann, 1783)**Ordem:** Ploimida**Família:** Asplanchnidae*Asplanchna* sp**Família:** Brachionidae*Anuraeopsis fissa* Gosse, 1851*Brachionus dimidiatus* Schmarda, 1854*Brachionus havanaensis* Rousselet, 1911*Brachionus leydigi* Cohn, 1862*Brachionus mirus* (Daday, 1905)*Keratella tropica* (Apstein 1907)**Família:** Euchlanidae*Euchlanis* sp**Família:** Lecanidae*Lecane bulla* Gosse, 1851*Lecane cf. haliclysta* Haring and Myers, 1926*Lecane lateralis* Sharma 1978*Lecane lunaris* (Ehrenberg, 1832)*Lecane papuana* (Murray, 1913)*Lecane quadridentata* (Ehrenberg, 1832)*Lecane* sp.**Família:***Lepadella* sp**Família:** Mytilinidae*Mytilina ventralis* (Ehrenberg, 1832)*Mytilina* sp.**Família:** Notommatidae*Cephalodella* sp.**Família:** Proalidae*Proales* sp.**Família:** Trichocercidae*Trichocerca bicristata* (Gosse, 1887)

Anexo 2 Faixas de variação do comprimento corporal (μm) para os estágios naupliar e de copepodito e respectivos ínstares de desenvolvimento (I -VI e I -V) para o Copepoda Cyclopoida *Metacyclops mendocinus*

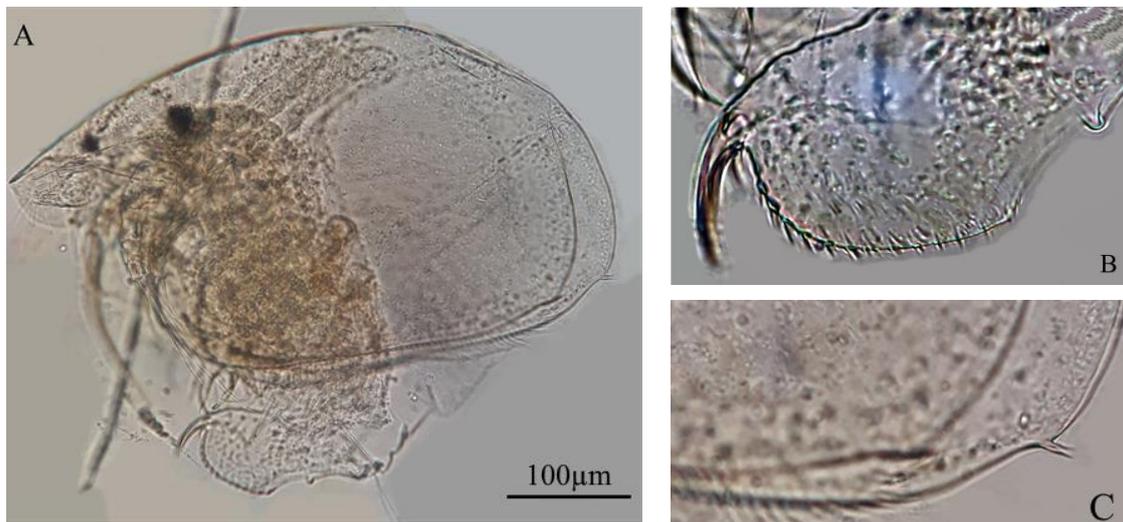
Estágios/Instares	Tamanho em μm	Média/Desvio Padrão
Nauplio I	110 -120	118,75 \pm 3,54
Nauplio II	130 - 140	133,75 \pm 5,18
Nauplio III	150 - 155	150,625 \pm 1,76
Nauplio IV	175 - 180	178,12 \pm 2,59
Nauplio V	200 - 205	200,6 \pm 1,77
Nauplio VI	225 - 280	246,25 \pm 21,17
Copepodito I	300 - 330	315 \pm 15
Copepodito II	400 - 460	430 \pm 25,63
Copepodito III	490 - 560	518,33 \pm 24,83
Copepodito IV	600 - 650	620 \pm 21,60
Copepodito V	700 - 910	746 \pm 97,37
Copepodito VI (Macho)	719 -720	719,85 \pm 0,35
Copepodito VI (Fêmea)	950 - 1000	986 \pm 23,63



Anexo 3 *Ephemeropterus hybridus* (Daday, 1905). A: aspecto geral; B: labro, C: denticulo final da carapaça.



Anexo 4 *Disparalona leptorhyncha* Smirnov, 1996. A: aspecto geral, B: pós-abdome.



Anexo 5 *Magnospina dentifera* (Sars, 1901). A: aspecto geral, B: pós-abdome, C: região posterior da carapaça.