

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS DE BOTUCATU
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - AC.
ZOOLOGIA

Análise temporal da composição, abundância, diversidade dos Cladocera e crescimento alométrico de *Daphnia* spp. O. F. Müller, 1785 na Lagoa do Camargo, lateral ao Rio Paranapanema em sua zona de desembocadura na Represa de Jurumirim.

Patrícia Hoffmann

Orientador: Prof. Dr. Raoul Henry

Co-orientadora: Profa. Dra. Maria Stela Maioli Castilho Noll

Botucatu - SP
2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS DE BOTUCATU
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - AC. ZOOLOGIA

Análise temporal da composição, abundância, diversidade dos Cladocera e crescimento alométrico de *Daphnia* spp. O. F. Müller, 1785 na Lagoa do Camargo, lateral ao Rio Paranapanema em sua zona de desembocadura na Represa de Jurumirim.

Patrícia Hoffmann

Tese apresentada ao Instituto de Biotecnologia da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu, como parte dos requisitos para obtenção do título de doutor em Ciências Biológicas - Área de Concentração: Zoologia.

Orientador: Prof. Dr. Raoul Henry

Co-orientadora: Profa. Dra. Maria Stela Maioli Castilho Noll

Botucatu - SP
2012

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

Hoffmann, Patrícia.

Análise temporal da composição, abundância, diversidade dos Cladocera e crescimento alométrico de *Daphnia* spp. O. F. Müller, 1785 na Lagoa do Camargo, lateral ao Rio Paranapanema em sua zona de desembocadura na Represa de Jurumirim / Patrícia Hoffmann. – Botucatu : [s.n.], 2012

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

Orientador: Raoul Henry

Co-orientador: Maria Stela Maioli Castilho Noll

Capes: 20502001

1. Cladocera – Distribuição geográfica. 2. Ecossistemas aquáticos. 3. Ecologia. 4. Represas – Aspectos ambientais.

Palavras-chave: Cladocera; Crescimento alométrico; Distribuição temporal; Lagoa lateral.

Ao meu pai Fernando, minha mãe Benê e minha irmã Rachel por toda a dedicação, compreensão, incentivo e amor incondicional... Amo muito vocês!

Ao meu namorado André por participar destas e de tantas outras fases da minha vida... na expectativa de que continue dividindo comigo todas as outras que ainda se seguem!

Agradecimentos

Aos meus pais por toda a entrega e dedicação a minha criação e formação, por todo o apoio e incentivo diante de minhas escolhas, pela compreensão diante de minhas faltas e falhas, pelo carinho sem fim e amor incondicional.

À minha irmã por toda a amizade, amor, compreensão, pelo exemplo de força, de dedicação e de responsabilidade.

Ao namorado André pelo amor, companheirismo, por nossa já longa história de vida juntos, por dividir todo e cada momento.

Ao Prof. Dr. Raoul Henry por abrir as portas de seu laboratório, pelo voto de confiança e oportunidade concedidos para a realização deste trabalho, pelo suporte logístico às amostragens e análises, pelo incentivo e compreensão, pela honra de conhecer o orientador e o ser humano.

À Profa. Dra. Maria Stela Maioli Castilho Noll por toda a atenção e por suas sugestões para o desenvolvimento do projeto e trabalho.

Ao Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pela concessão de minhas bolsas de mestrado e doutorado.

Ao Prof. Dr. Marcos Gomes Nogueira pela concessão do uso do sistema de imagem, sem o qual este trabalho não seria possível, por mostrar-se sempre disposto a conversar sobre minhas dúvidas, pela amizade e convivência no laboratório.

À Profa. Dra. Maria Lucia Negreiros Fransozo por todo o auxílio na condição de coordenadora da pós-graduação, pela orientação ao longo de meu mestrado, por ter me recebido desde minha primeira vinda a Botucatu.

Ao Prof. Dr. Wilson Uieda e à Profa. Dra. Virgínia Sanches Uieda por sua orientação em meu estágio de docência.

À Profa. Dra. Lourdes Maria Elmoor Loureiro pelo auxílio na identificação de Cladocera.

Aos funcionários do Departamento de Zoologia Juliana, Carolina, Flávio e Sílvio pela dedicação, eficiência e disposição em ajudar no que fosse preciso. Um agradecimento especial ao Hamilton pelo auxílio na coletas, análises de fatores ambientais e amizade.

Ao Joaquim e ao Miguel pelo auxílio e convivência nas coletas. Pelos ótimos almoços...saudoso frango com milho!

Aos funcionários da Seção de Pós-Graduação pela compreensão, pronto atendimento e auxílio na solução das dúvidas.

À Fabíola pelo exemplo de profissional e ser humano, por todas as alegrias, tristezas e conquistas divididas, pela amizade, sinceridade, por me ouvir e me dar tanta atenção, mesmo quando não podia.

À Grazi por todo apoio e incentivo, força, sinceridade e amizade.

Ao pessoal do laboratório...me sinto privilegiada por ter conhecido e convivido com cada um de vocês!

À Silvia por toda a sua preocupação e carinho, pela disposição sem fim de ouvir e ajudar a todos, pelo auxílio na identificação e com minhas dúvidas mais diversas no trabalho e na vida.

À Ju Pomari por sua sinceridade e amizade, pelas conversas “regadas” a capuccino da Conveniência, por se fazer presente nos momentos mais difíceis, me ouvir e me dizer o que preciso ouvir.

À Mirian pelo auxílio com o mapa da área de estudo e com as referências, por todo o seu carinho, preocupação, amizade e doçura.

À Carol pelo exemplo de dedicação, por toda a atenção, preocupação e carinho, por sua compreensão e palavras de estímulo.

Ao Zé pela figura de *Daphnia*, pelo auxílio nas identificações, por sempre se mostrar disposto a discutir meus dados, por suas idéias e sugestões, por sua compreensão e amizade.

À Rosa por todo o seu cuidado de “mãe do laboratório”, pela companhia tardes e noites na microscopia, por sua preocupação e carinho.

À Rachel pela atenção, amizade, carinho, pela sintonia das conversas intermináveis. Muitas saudades!

À Juzinha por toda a amizade desde a graduação, por seu carinho, atenção e por sempre se dispor a me ajudar no que fosse preciso.

À Fabi por se fazer presente até mesmo a distância, por todo o seu carinho, preocupação e amizade.

Ao Ricardo e a Érika pelo companheirismo, convivência no laboratório e em Angatuba. Ao Danilo, Jorge e Gilmar por toda a torcida e incentivo.

Aos estagiários queridíssimos Ana Maria, Natália, Daniel e Marco Aurélio por toda a atenção, carinho e boa convivência no laboratório. Aos novos companheiros de corredor, Milena e Rafael, pela troca de idéias, atenção e carinho.

Sumário

Capítulo I: Análise temporal da composição, abundância, diversidade dos Cladocera na Lagoa do Camargo, lateral ao Rio Paranapanema em sua zona de desembocadura na Represa de Jurumirim.

Resumo	1
Abstract	2
1.1.Introdução	3
1.2. Objetivos	
1.2.1. Objetivo geral	12
1.2.2. Objetivos específicos	12
1.3. Hipótese	12
2. Material e métodos	
2.1. Área de estudo	13
2.2. Metodologia de coleta	
2.2.1. Fatores ambientais	16
2.2.2. Amostragem de Cladocera	20
2.3. Análise dos dados	21
3. Resultados	
3.1. Fatores ambientais	26
3.2. Cladocera	42
4. Discussão	63
5. Conclusões	80
6. Referências bibliográficas	82

Capítulo II: Crescimento alométrico de *Daphnia* spp. O. F. Müller, 1785 na Lagoa do Camargo, lateral ao Rio Paranapanema em sua zona de desembocadura na Represa de Jurumirim.

Resumo	93
Abstract	94
1.1.Introdução	95
1.2. Objetivos	
1.2.1. Objetivo geral	103
1.2.2. Objetivos específicos	103
1.3. Hipótese	104
2. Material e métodos	
2.1. Crescimento alométrico	105
3. Resultados	109
4. Discussão	138
5. Conclusões	147
6. Referências bibliográficas	149

Capítulo I

Análise temporal da composição, abundância, diversidade dos Cladocera na Lagoa do Camargo, lateral ao Rio Paranapanema em sua zona de desembocadura na Represa de Jurumirim.

Resumo

O objetivo deste capítulo foi determinar a distribuição temporal de Cladocera na Lagoa do Camargo, lateral ao Rio Paranapanema em sua zona de desembocadura no Reservatório de Jurumirim, analisando a flutuação da composição, abundância e diversidade da comunidade e sua relação com fatores ambientais. Quinzenalmente, entre junho de 2008 e maio de 2009, foram coletadas amostras de zooplâncton, por meio de arrastos verticais com rede cônica (malha de 50 μ m), e estimados parâmetros ambientais, em três estações de amostragem. Com o intuito de indicar possíveis diferenças significativas entre as amostragens das medidas dos fatores ambientais, e da abundância das principais espécies de Cladocera, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis complementado pelo teste de Student-Newman-Keuls (para $\alpha=5\%$). Uma Análise de Componentes Principais (ACP) foi aplicada, objetivando-se verificar possíveis semelhanças no comportamento das variáveis ambientais ao longo do período de amostragem. A fim de detectar os fatores ambientais que influenciam na abundância das espécies, foi realizada uma Análise de Correspondência Canônica (ACC). A relação entre as variáveis ambientais e abundâncias das principais espécies foi determinada com a Análise de Correlação de Spearman (para $\alpha=5\%$). Foi possível verificar os efeitos da variação hidrológica na distribuição temporal de Cladocera na Lagoa do Camargo no que se refere ao comportamento dos atributos da comunidade bem como da abundância absoluta e relativa das principais espécies. O período seco foi caracterizado pela manutenção de maiores valores de nível fluviométrico, profundidade e volume da lagoa. A entrada de água do rio provocou a remoção da fauna associada às macrófitas, promovendo o incremento da riqueza de Cladocera. O aumento da precipitação pluviométrica, no período chuvoso, provocou a lavagem das margens, o carreamento de material alóctone e a ressuspensão de sedimento, aumentando a concentração do material em suspensão e a disponibilidade de fósforo na água da lagoa. Tal alteração levou a redução da abundância total de Cladocera e a substituição dos táxons mais abundantes no período seco, pequenos bosminídeos, *D. parvula* e *M. minuta*, por espécies do gênero *Ceriodaphnia*, da família Sididae e *M. micrura*, em virtude de diferenças na dieta e seletividade de filtração destes microcrustáceos. A baixa amplitude de variação hidrométrica não provocou um distúrbio capaz de estimular o alcance da diversidade máxima de espécies na lagoa, sendo encontrados valores menores do que os registrados em estudos anteriores, marcados por períodos de curta ou longa duração de desconexão entre a Lagoa do Camargo e o Rio Paranapanema. No entanto, verificou-se padrão semelhante ao registrado em tais estudos quanto à substituição de espécies dominantes ao longo do tempo. Variações no nível fluviométrico, material em suspensão e, conseqüentemente, na transparência da água foram os fatores ambientais estreitamente relacionados à distribuição temporal de Cladocera.

Abstract

The aim of this chapter was to determine the temporal distribution of Cladocera at the Camargo Lake, located next to the Paranapanema River within its mouth zone at the Jurumirim Reservoir, by analyzing the variation in the composition, abundance and diversity and how it relates to the environmental factors. On every two weeks between June, 2008 and May, 2009 samples of zooplankton were collected by means of vertical hauls with a conical net (50 μm mesh size), and a number of environmental parameters were estimated at three different sampling sites. In order to determine potential significant differences of environmental factors and abundance of Cladocera species amongst sampling sets the Kruskal-Wallis test was employed in tandem with the Student-Newman-Keuls test ($\alpha=5\%$). Principal Components Analysis (PCA) was performed to verify potential similarities in the variation of the environmental factors across all of the collected sample sets. Canonical Correspondence Analysis (CCA) was performed to determine the environmental factors that influenced the abundance of Cladocera species. The relationship between environmental factors and the abundance of species was determined with Spearman Correlation Analysis ($\alpha=5\%$). It was verified that the hidrological variation affected the temporal distribution of Cladocera at the Camargo Lake in terms of community attributes as well as the total and relative abundance of species. The dry period had the greatest values as far as river water levels as well as depth and volume of the lake. The river water influx washed off the fauna associated with the macrophytes causing an increase in Cladocera richness. Increased rain levels led to a higher concentration of suspension matter and phosphorus, which caused a reduced abundance of Cladocera and also caused the replacement of bosminids, *D. parvula* and *M. minuta* with *Ceriodaphnia*, sidids and *M. micrura* due to differences in feeding habits and selective filtration of these microcrustaceans. This same pattern of species replacement was also observed in previous studies, in which greater variations in water levels caused the disconnection between the river and the lake for both short and long periods of time. The temporal distribution of Cladocera was mainly influenced by variations in river water levels, suspension matter and Secchi.

1. 1. Introdução

A maioria dos rios de médio e grande porte, em trechos de ordem intermediária e inferior, possui áreas alagáveis adjacentes que, em conjunto com a calha principal, constituem os sistemas denominados planícies de inundação (JUNK et al., 1989).

Os diferentes ambientes aquáticos associados temporariamente ou permanentemente aos rios apresentam características limnológicas próprias, variáveis sob controle autóctone, que interferem na ocorrência e distribuição dos organismos e na dinâmica dos processos ecológicos (THOMAZ et al., 1997).

No entanto, destaca-se como principal fator controlador dos processos ecológicos e comunidades nestes ambientes o pulso de inundação, influxo lateral de água promovido pela variação do nível fluviométrico que ciclicamente induz à conexão (potamofase) e isolamento (limnofase) entre o rio e corpos d'água lênticos adjacentes (JUNK et al., 1989). Essas conexões temporárias ou de longa duração, decorrentes de pulsos múltiplos ou unimodais respectivamente, levam a troca de biota, matéria particulada e nutrientes, influenciando mutuamente os ecossistemas envolvidos (WARD et al., 1999).

No Brasil muitos dos grandes rios foram modificados com a construção de reservatórios em cascata com múltiplos usos, incluindo a acumulação de água, produção de energia elétrica, transporte fluvial, entre outros. Tanto a construção quanto a operação de reservatórios, pautadas no uso a que se destinam, alteram profundamente as características hidrológicas originais do ambiente como, por exemplo, o curso, a área de influência e regime de inundação do rio (WARD & STANFORD, 1995). Tais alterações podem favorecer o aparecimento de compartimentos laterais (braços, baías e lagoas

marginais) com conexão temporária ou permanente com o sistema represado (PANARELLI, 2004).

A escassez de estudos ecológicos envolvendo ecossistemas lênticos laterais a um rio e formados a partir de seu represamento provoca a proposta de comparações e inferências baseadas em planícies de inundação. No entanto, faz-se necessário destacar que estes ambientes diferem quanto a sua estrutura e funcionamento (HENRY et al., 2011).

Lagoas marginais na zona de desembocadura de tributários em reservatórios não estão, via de regra, sujeitas a processos recorrentes de conexão e isolamento resultantes dos pulsos de inundação, tratando-se, na maioria dos casos, de ambientes permanentemente conectados a rios. Como consequência, a troca de material e biota entre os ecossistemas é muito alta, constante, sendo ainda potencializada pelo incremento do nível fluviométrico, controlado natural e artificialmente.

O controle natural do nível fluviométrico se dá pela variação da pluviosidade, que constitui um dos fatores ambientais de maior importância em ambientes aquáticos de águas interiores tropicais e subtropicais, determinando ou potencializando alterações físico-químicas e hidrométricas. Alterações no nível fluviométrico são moduladas pela operação do reservatório, atenuando efeitos do regime de inundação original do rio (HENRY et al., 2005).

As lagoas marginais são ambientes transicionais, sob a influência dos ambientes lótico e terrestre, estando submetidas às flutuações sazonais do nível da água, à presença de macrófitas aquáticas, a alterações na concentração do material em suspensão e nutrientes de origem autóctone e alóctone, o que lhes confere uma ampla heterogeneidade espacial (CASANOVA, 2005). A heterogeneidade proporciona a criação de uma elevada variedade de habitats, que oferecem alimento e refúgio, além de

condições favoráveis a reprodução, crescimento e desenvolvimento de espécies aquáticas.

O maior tempo de residência da água nas lagoas marginais em relação a corpos d'água lóticos confere ainda maior estabilidade aos ambientes lênticos, permitindo maior sucesso na colonização por organismos planctônicos. O constante intercâmbio da fauna zooplanctônica entre o rio e lagoas adjacentes, exacerbado pelo aumento da conectividade promovido por níveis fluviométricos elevados, figura entre os fatores responsáveis pela manutenção de sua diversidade nos rios e lagoas marginais.

A maior parte da biomassa zooplanctônica dos rios, por conseguinte, deriva direta ou indiretamente da produção destes ambientes lênticos adjacentes ao seu canal principal (JUNK et al., 1989; WARD & STANFORD, 1995). Em contrapartida, a água do rio invade os sistemas laterais na época de enchentes, trazendo nutrientes que promovem incremento da produtividade primária e, conseqüentemente, estimulam uma elevada produção secundária.

As inundações produzem ainda alterações nas condições ambientais de lagoas marginais, influenciando variáveis que podem alterar de maneira direta ou indireta tanto a composição como a dinâmica da comunidade zooplanctônica, destacando-se o tempo de residência da água, volume, padrão de circulação, quantidade de material em suspensão, transparência da água e concentração de oxigênio dissolvido.

Estudos relacionados ao zooplâncton em lagoas são de grande importância, pois estes organismos desempenham um fundamental papel na organização das comunidades aquáticas, representando um elo na transferência de energia nas cadeias alimentares (PANARELLI et al., 2003). Alterações em sua estrutura e dinâmica influenciam profundamente, não somente a própria comunidade, mas também o metabolismo de todo o ecossistema (CASANOVA, 2004).

Entre os principais grupos zooplanctônicos, os cladóceros destacam-se por seu curto tempo de geração, alta sensibilidade e rápidas respostas frente a alterações ambientais, que são refletidas sob a forma de modificações morfológicas, comportamentais, bem como em variações dos atributos ecológicos de toda a comunidade. Os cladóceros respondem também rapidamente a interações bióticas como a competição interespecífica e predação, bem como são altamente afetados por alterações na quantidade e qualidade de alimento.

A construção de onze reservatórios em cascata no Rio Paranapanema modificou a estrutura e o funcionamento de vários trechos do rio, de condições tipicamente fluviais para lacustres ou semi-lacustres, e reduziu o ambiente lótico para poucos tributários laterais (NOGUEIRA et al., 2006).

O Reservatório de Jurumirim é o primeiro da cascata e sua implantação, em 1962, levou a constituição de lagoas de baixa profundidade marginais e com diferentes níveis de conexão ao curso principal. Tratam-se de ambientes que, com exceção de períodos de seca severa, permanecem em potamofase, conectados permanentemente ao rio e sujeitos a alimentação lateral em função da variação sazonal do nível fluviométrico (HENRY, 2003, 2005).

Estes sistemas marginais apresentam condições ideais para a análise dos efeitos ambientais, características físicas e químicas da água, parâmetros hidrométricos e climáticos sobre comunidades bióticas, tendo sido, por esse motivo, extensivamente explorados há quase duas décadas permitindo análises ecológicas de curta e longa duração.

Uma caracterização limnológica da Lagoa do Camargo, até então denominada como uma baía marginal ao Rio Paranapanema foi o primeiro estudo a atestar que a baixa profundidade e a presença de estratificação térmica conferiram à lagoa

características ecológicas distintas daquelas apresentadas na calha do rio (MOSCHINI-CARLOS et al., 1998). Os autores destacaram, no entanto, maior similaridade entre as condições ambientais dos corpos d'água associados durante o período de maior nível fluviométrico e o efeito do vento na circulação da água, em época de menor nível hidrológico.

No período de limnofase, fatores intrínsecos a cada ambiente como o padrão de circulação da água, produto de seu perfil de temperatura e ação local do vento, desempenham um importante papel no controle dos processos ecológicos e comunidades. Em condições de potamofase, este controle é exercido fundamentalmente por fatores externos a estes ambientes, de caráter regional (THOMAZ et al., 1997; HENRY et al., 2011) e a maior conectividade promove maior similaridade entre os corpos d'água associados.

Os diferentes graus de conexão foram considerados determinantes na modificação das variáveis físicas e químicas da água das lagoas em resposta a alterações no nível fluviométrico, sendo evidenciada maior semelhança entre o rio e ecossistemas lênticos conectados superficialmente, lagoas do Camargo e do Coqueiral, e grande amplitude de variação destes fatores no ambiente isolado, a Lagoa dos Cavalos (GRANADO & HENRY, 2008).

Alterações no nível fluviométrico foram atribuídas às taxas diferenciais de precipitação ao longo do ano atenuadas pela barragem de Jurumirim, ressaltando a distinção entre o sistema Rio Paranapanema-lagoas associadas e planícies de inundação, como também apontado por HENRY (2005).

Estudos dedicados aos efeitos da flutuação do nível hidrométrico do Rio Paranapanema sobre a variabilidade de fatores ambientais retrataram diferentes cenários que incluíram a interrupção da potamofase, condição comumente mantida na região, por

um prolongado período de seca (de outubro de 1999 a dezembro de 2000) e a recuperação da conectividade entre o rio e lagoas marginais (HENRY et al., 2003).

Ao longo deste período de seca foi registrada uma drástica redução do nível fluviométrico, a desconexão da Lagoa do Camargo, com conseqüente diminuição de sua profundidade e volume, e da Lagoa do Coqueiral, com sua fragmentação em decorrência de sua topografia de fundo, e a extinção da Lagoa dos Cavalos.

Efeitos de diluição e concentração acompanharam de forma recorrente as variações do nível hidrométrico no sistema Rio Paranapanema-lagoas associadas, seu incremento e sua redução, refletindo-se sobre o material particulado fino, os íons e até mesmo nos organismos distribuídos na coluna d'água, alterando a transparência e a condutividade elétrica da água e, a densidade zooplanctônica, respectivamente (HENRY et al., 2003).

A estrutura da comunidade zooplanctônica depende de um conjunto de fatores que incluem as condições regionais climáticas e morfométricas, que determinam importantes características físicas e químicas do ambiente; fatores biogeográficos, que controlam a colonização de espécies, e as interações bióticas, destacando-se a competição por recursos e a predação (NEVES et al., 2003).

Com relação à distribuição longitudinal dos grandes grupos zooplanctônicos, no sentido Rio Paranapanema-Reservatório de Jurumirim, foram registrados a diminuição da densidade de Protozoa e Rotifera e o aumento da abundância de Cladocera e Copepoda, devido à menor adaptação dos microcrustáceos a altos valores de velocidade da corrente, decorrente de seu mais longo tempo de geração, e concentração de sólidos em suspensão (CASANOVA, 2000; PANARELLI et al. (2003).

Destacou-se a contribuição de rotíferos e cladóceros associados à macrófitas na zona litorânea das lagoas, para a constituição da comunidade zooplanctônica pelágica e

lógica, em decorrência das frequentes trocas de material biótico e abiótico entre diferentes zonas e corpos d'água, variáveis de acordo com o nível hidrológico (CASANOVA, 2000; DE NADAI, 2006; DE NADAI & HENRY, 2009; MARTINS & HENRY, 2004).

Postulou-se que, em ambientes lacustres laterais, os fatores controladores dos atributos da comunidade zooplanctônica são a conectividade e as variações do nível da água. Dessa forma, a dissimilaridade existente entre as lagoas conectadas e a isolada com relação às alterações ambientais nos diferentes períodos hidrológicos se estende à abundância e riqueza do zooplâncton, que assumem valores mais elevados na Lagoa dos Cavalos, sem conexão superficial com o canal do rio (MARTINS & HENRY, 2004).

Observou-se ainda que a conectividade destas lagoas em relação ao Rio Paranapanema está sujeita a alterações sazonais e influencia na estabilidade limnológica dos corpos d'água com consequências para os atributos da comunidade zooplanctônica.

Condições estáveis, causadas pela baixa conectividade no período seco, foram relacionadas à alta densidade, biomassa e produção secundária, enquanto a instabilidade, conferida ao ambiente no período chuvoso, foi associada a elevados valores de riqueza e diversidade causados pela troca de biota possibilitada pela maior conectividade, com relação à comunidade de Rotifera (ABRA, 2008; CASANOVA, 2005; CASANOVA et al., 2009).

Quanto à comunidade de Cladocera, o padrão uniforme de distribuição espacial registrado no período seco foi atribuído ao menor número de táxons e à alta dominância de *Bosmina hagmanni*, *Bosminopsis deitersi* e *Diaphanosoma fluviatile*, enquanto no período chuvoso, maior riqueza e abundância nas estações de amostragem mais distantes da conexão com o rio e inferida influência do vento promoveriam a distribuição agregada na Lagoa do Camargo (MORTARI, 2009).

O episódio de seca prolongada e a posterior recuperação da conectividade foram também estudados, visando identificar as possíveis consequências aos atributos da comunidade zooplanctônica. Destacou-se o efeito de concentração sobre a abundância dos organismos durante a seca, enquanto a recuperação da conectividade com o rio foi acompanhada pelo incremento da riqueza e diversidade e a diluição da densidade zooplanctônica.

As alterações nos atributos da comunidade promovidas com a reconexão dos corpos d'água foram atribuídas à deriva dos organismos, remoção daqueles associados à macrófitas e eclosão de ovos de resistência depositados durante a seca (DE NADAI, 2006; DE NADAI & HENRY, 2009, PANARELLI, 2004, HENRY et al., 2011), fundamentais à recolonização da Lagoa dos Cavalos em virtude de sua comunicação com o rio limitada a via subterrânea (PANARELLI et al., 2008).

A distribuição espaço-temporal de Cladocera na Lagoa do Camargo foi determinada por PANARELLI (2004) em período que envolveu a interrupção, em decorrência do citado episódio de seca severa, e recuperação da conectividade entre os corpos d'água e, posteriormente, por MORTARI (2009) em um ciclo anual marcado pela desconexão entre os ambientes por quatro meses.

Em ambos os estudos, variações do volume da lagoa e de sua conectividade com o rio determinaram alterações em suas condições limnológicas, como na concentração de material em suspensão, transparência da água, grau de trofia da lagoa e composição fitoplanctônica; e sujeitaram a comunidade de Cladocera a efeitos de concentração e diluição e seleção das espécies segundo sua tolerância frente a tais alterações ambientais.

MORTARI (2009) destacou que alterações ambientais e dos atributos da comunidade apresentaram um padrão de variação semelhante, porém atenuado, de menor amplitude, em relação ao registrado por PANARELLI (2004).

O objetivo deste capítulo foi analisar a flutuação ao longo de um gradiente temporal da composição, abundância e diversidade dos Cladocera na Lagoa do Camargo, lateral ao Rio Paranapanema em sua zona de desembocadura no Reservatório de Jurumirim, procurando relacioná-la a variação dos fatores ambientais aos quais a comunidade está submetida, considerando condições de conexão permanente entre os corpos d'água associados.

Uma comparação da dinâmica temporal dos Cladocera em duas situações hidrológicas distintas, um período de severa estiagem e reconexão com o rio (PANARELLI, 2004) e período de isolamento de curta duração (MORTARI, 2009), anteriormente descritas foi também objetivo deste capítulo.

1. 2. Objetivos

1. 2. 1. Objetivo geral

Determinar a distribuição temporal de Cladocera na Lagoa do Camargo, lateral ao Rio Paranapanema em sua zona de desembocadura no Reservatório de Jurumirim.

1. 2. 2. Objetivos específicos

Analisar alterações da composição, abundância, diversidade, uniformidade e dominância de espécies de Cladocera ao longo de uma escala temporal.

Fazer inferências e verificar a potencial relação dos atributos da comunidade com as variações ambientais as quais a lagoa e sua biota se encontram submetidas.

1. 3. Hipótese

Os atributos da comunidade de Cladocera sofrem variações ao longo de uma escala temporal em resposta a flutuações de fatores ambientais em uma lagoa marginal a um rio em sua zona de desembocadura em reservatório.

Estas são decorrentes, principalmente, de variações na conectividade entre os corpos d'água associados, relacionadas a alterações do nível fluviométrico, ainda que não envolvam eventos extremos de inundação e desconexão.

2. Material e Métodos

2.1. Área de Estudo

A Lagoa do Camargo localiza-se na divisa entre os municípios de Paranapanema e Angatuba, região sudoeste do Estado de São Paulo, sendo um dos corpos d'água lênticos laterais ao Rio Paranapanema em sua zona de desembocadura na Represa Jurumirim. Apresenta conexão permanente com o rio estando, portanto, sujeita aos pulsos de inundação decorrentes do regime hidrológico do mesmo (Figura 1) atenuados em decorrência da presença da massa de água no reservatório (HENRY, 2005).

O Rio Paranapanema nasce na serra de Paranapiacaba (leste) e deságua no Rio Paraná (oeste do estado). A bacia de drenagem do Rio Paranapanema se separa da bacia do Rio Tietê pela presença do relevo de cuestas basálticas que funcionam como divisor de águas.

Apesar do caráter aparentemente permanente atribuído à conexão entre a Lagoa do Camargo e o Rio Paranapanema, estabelecida através de um estreito canal superficial, foram registrados episódios de desconexão entre estes dois ambientes, como no período de seca extrema, ocorrido entre os anos de 1999 e 2000, quando houve com drástica redução do nível do rio.

Dados morfométricos da lagoa foram obtidos em abril de 2001, sendo registrados e publicados em HENRY (2005). Esses encontram-se transcritos na Tabela I, enquanto a Figura 2 reproduz o mapa batimétrico da lagoa elaborado pelo mesmo autor.

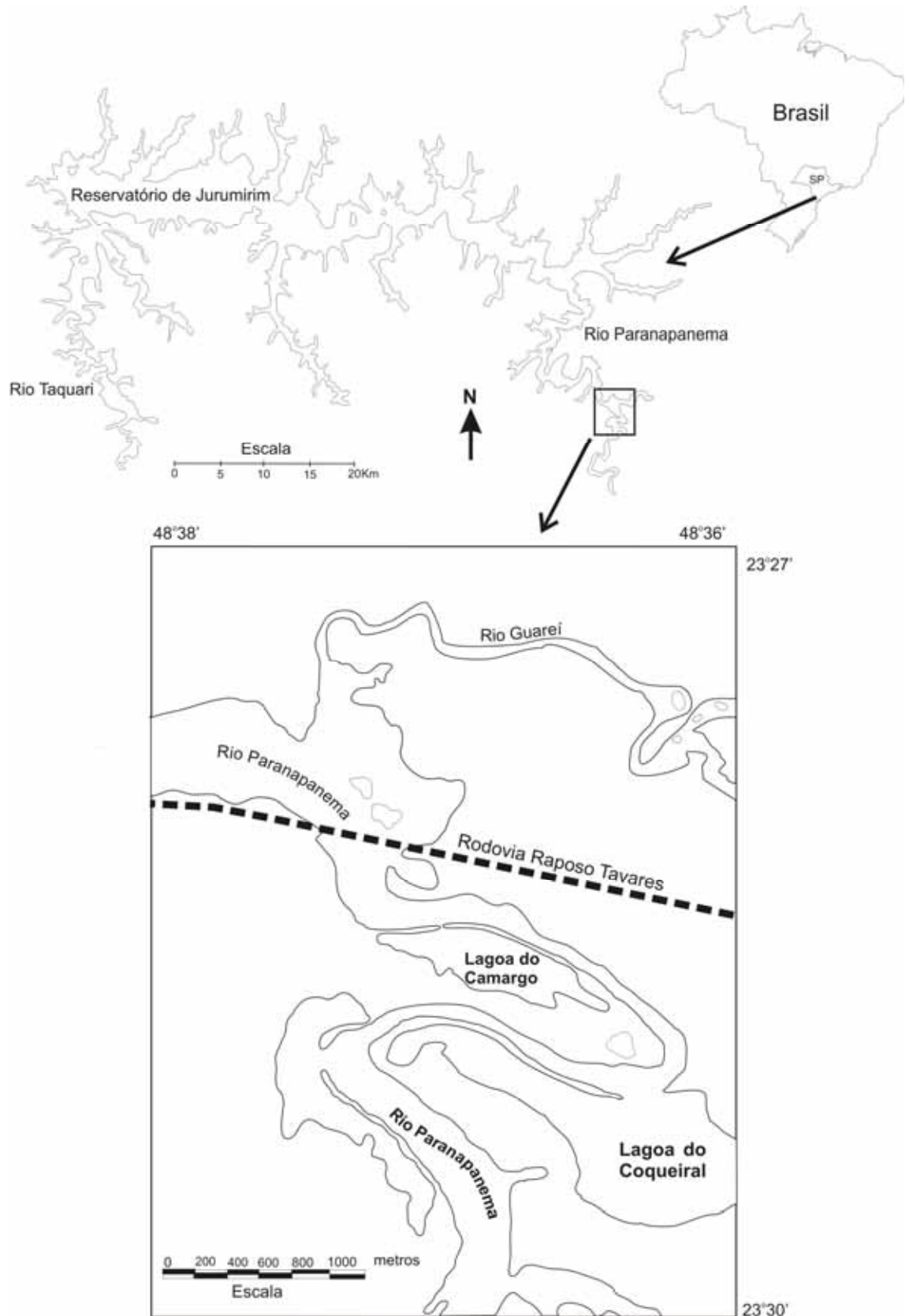


Figura 1. Mapa apresentando a localização da Lagoa do Camargo, corpo de água lântico lateral ao Rio Paranapanema em sua zona de desembocadura na Represa de Jurumirim.

Tabela I. Parâmetros morfométricos da Lagoa do Camargo, modificado de HENRY (2005).

Parâmetro	Medida
Comprimento máximo	1220 m
Profundidade máxima	3,9 m
Profundidade média	3,2 m
Largura máxima	307 m
Área de superfície	224465 m ²
Perímetro	3100 m
Volume	71987 m ³

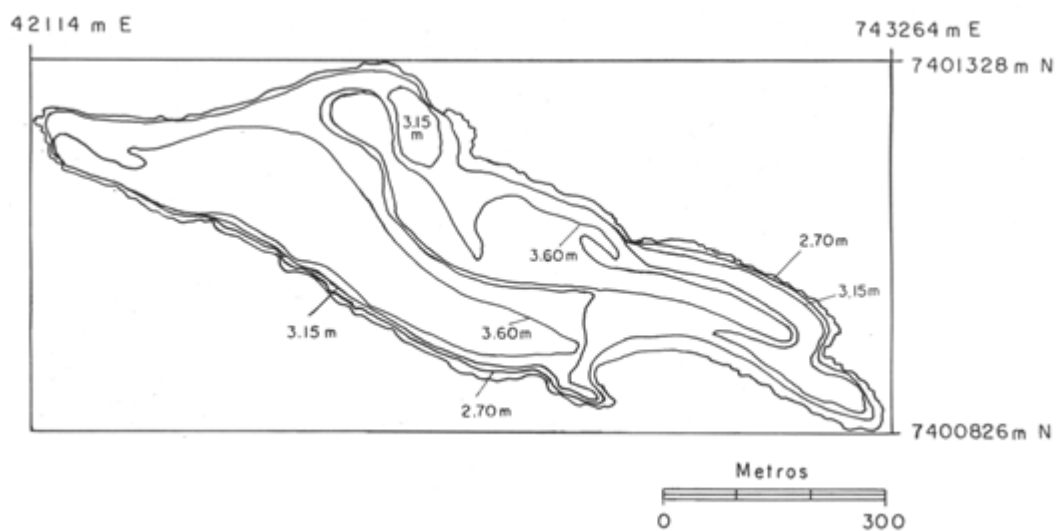


Figura 2. Mapa batimétrico da Lagoa do Camargo produzido com base em dados obtidos em 18 de abril de 2001 (HENRY, 2005).

2.2. Metodologia de Coleta

2.2.1. Fatores ambientais

Caracterizar limnologicamente e analisar a variação/comportamento das características físicas e químicas da água da lagoa é essencial para determinar possíveis fatores chave para o estímulo e controle de importantes fenômenos das comunidades inseridas neste ambiente.

Para tanto, foram realizadas amostragens quinzenais no período de junho de 2008 a maio de 2009 (dias 9 e 27 de junho, 9 e 23 de julho, 6 e 20 de agosto, 3 e 17 de setembro, 1, 15 e 29 de outubro, 14 e 26 de novembro, 10 e 22 de dezembro de 2008; 7 e 21 de janeiro, 4 e 18 de fevereiro e de março, 3, 15 e 29 de abril, 15 e 27 de maio de 2009) em três estações na Lagoa do Camargo, sendo a primeira localizada próxima à antiga conexão da lagoa ao rio, a segunda estação, próxima à conexão atual com o Rio Paranapanema e em posição central em relação à lagoa, e a terceira, mais distante da entrada da lagoa (Figura 3).

Dados sobre a precipitação pluviométrica para a região foram obtidos junto à estação pluviométrica do Departamento de Águas e Energia Elétrica (E5-017 – D. A. E. E.) instalada na Prefeitura Municipal de Angatuba-SP, enquanto que valores da cota operacional do reservatório de Jurumirim foram fornecidos pela empresa Duke-Energy - Geração Paranapanema.

De acordo com POMPÊO et al. (1999), valores de cota operacional do reservatório podem representar a variação do nível da água do rio Paranapanema em sua zona de desembocadura, uma vez que tal variação coincide com o padrão registrado junto à barragem da Represa de Jurumirim apesar da distância entre os dois locais. A

conexão entre a Lagoa do Camargo e o Rio Paranapanema ocorre quando os valores de cota são superiores a 563,5m segundo HENRY (2005).

O volume da lagoa foi calculado quinzenalmente com o uso da curva hipsográfica elaborada por HENRY (2005), reproduzida na Figura 4, e valores de profundidade obtidos a cada coleta.



Figura 3. Foto aérea da Lagoa do Camargo (obtida no ano de 1999), destacando as estações de amostragem.

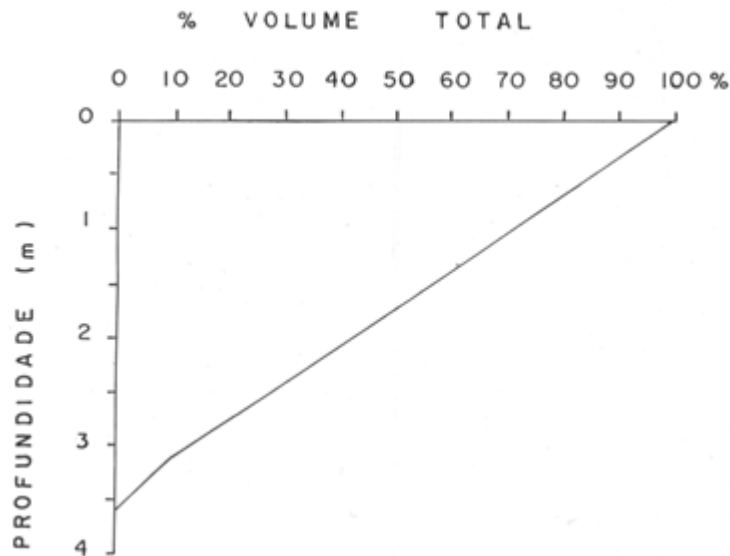


Figura 4. Curva hipsográfica de volume da Lagoa do Camargo estimada com base em dados obtidos em 18 de abril de 2001 (HENRY, 2005).

O perfil térmico da coluna d'água (°C) foi determinado com o uso de termistor Toho Dentan ET-3. As leituras foram feitas na superfície e a cada 0,10m até o fundo da lagoa em cada estação de amostragem.

A transparência da água (m) foi obtida pela profundidade do desaparecimento visual do disco de Secchi.

Amostras de água da superfície, meio e fundo da lagoa foram colhidas quinzenalmente em cada estação de coleta, sendo utilizadas na determinação de valores dos fatores ambientais:

- pH, utilizando-se um pH-metro Micronal B-380.
- condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), com o uso de condutímetro Hatch 2511 e posterior correção à temperatura de 25°C (GOLTERMAN et al., 1978).

- material em suspensão na água (mg/L), seguindo-se a metodologia gravimétrica (TEIXEIRA & KUTNER, 1962).
- pigmentos totais (clorofila a e feofetina) na água ($\mu\text{g/L}$), utilizando-se o método descrito por GOLTERMAN et al. (1978).
- concentração de oxigênio dissolvido na água (mg.L^{-1}) pelo método de Winkler, descrito por GOLTERMAN et al. (1978).
- determinação de nitrogênio e fósforo totais mediante o uso dos métodos de MACKERETH et al. (1978) e de STRICKLAND & PARSONS (1960), respectivamente.

Para avaliação do estudo trófico da lagoa ao longo dos meses foi aplicado o índice (IET) de CARLSON (1977) modificado por TOLEDO JR. et al. (1983), apud MERCANTE & TUCCI-MOURA (1999), utilizando valores de transparência, pigmentos totais e fósforo de acordo com as equações e parâmetros de classificação:

$$\text{IET (DS)}=10 \times \{6-[(0,64+\ln\text{DS})/\ln 2]\}$$

$$\text{IET (FT)}=10 \times (6-\{[\ln(80,32/\text{FT})]/\ln 2\})$$

$$\text{IET (PT)}=10 \times \{6-[(2,04-0,695 \times \ln\text{PT})/\ln 2]\}$$

Onde:

DS= valores de transparência da água (m)

FT= concentração de fósforo total ($\mu\text{g.L}^{-1}$)

PT=concentração de pigmentos totais ($\mu\text{g.L}^{-1}$)

Foram considerados os seguintes valores de IET, para classificar o estágio de trofia:

IET < 44 = Oligotrófico

$44 \leq \text{IET} \leq 54$ = Mesotrófico

IET > 54 = Eutrófico

2.2.2. Amostragem de Cladocera

As amostras de zooplâncton foram coletadas na zona pelágica com arrastos verticais na coluna d'água desde 0,5m do fundo até a superfície com uma rede de plâncton cônica (malha de 50 μm), acondicionadas em frascos devidamente identificados e fixadas com formol 4%. O volume total de água filtrado foi estimado a partir da multiplicação da área da “boca” da rede pela profundidade de arrasto.

A cada coleta e por ponto de amostragem foram obtidas duas amostras de zooplâncton, sendo uma delas destinada à análise quali e a outra, à quantitativa dos organismos.

A análise qualitativa foi realizada sob estereomicroscópio utilizando bibliografia especializada (ELMOOR-LOUREIRO, 1997; MATSUMURA-TUNDISI, 1984; ORLOVA-BIENKOWASKAJA, 1998; PAGGI, 1973 a, b, 1979, 1995; SMIRNOV, 1992, 1996).

Alguns táxons identificados estão com suas posições taxonômicas em revisão. Optou-se por assumir as modificações propostas nos estudos de RAJAPAKSA &

FERNANDO (1987), DE MELO & HEBERT (1994), SMIRNOV (1998), ELMOOR-LOUREIRO et al. (2004), SINEV & ELMOOR-LOUREIRO (2010), VAN DAMME & DUMONT (2008), VAN DAMME et al. (2010 e 2011), visando a representação mais atual da nomenclatura das espécies envolvidas.

As amostras destinadas à análise quantitativa foram concentradas com a análise do sobrenadante sob estereomicroscópio e seu descarte em caso da ausência de organismos no mesmo. Após a homogeneização da amostra restante, subamostras de volume conhecido foram colhidas com o uso de pipeta Pasteur e analisadas sob estereomicroscópio para a contagem de, no mínimo, 150 cladóceros. O número de organismos de cada espécie foi estimado para o total da amostra e extrapolado pelo volume total de água filtrado, possibilitando, por fim, o cálculo da abundância por metro cúbico.

2.3. Análise dos dados

A normalidade dos dados ambientais transformados $[\log(x+1)]$ foi verificada com o uso do teste de Shapiro-Wilk (para $\alpha=5\%$, Zar, 1996), indicando a eventual necessidade de adoção de testes não paramétricos para a análise estatística de tais dados, cujas distribuições mostraram-se não normais.

A fim de detectar as possíveis diferenças significativas de cada variável ambiental entre coletas foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis (equivalente não paramétrico da Análise de Variância) complementado pelo teste *post hoc* de Student-Newman-Keuls (para $\alpha=5\%$, Zar, 1996) a partir de dados transformados $[\log(x+1)]$. Os testes de normalidade e variância foram realizados com o uso do programa Sigma Plot 11 (SYSTAT SOFTWARE, 2008).

Uma Análise de Componentes Principais (ACP) foi aplicada objetivando-se verificar possíveis semelhanças no comportamento destas variáveis ao longo de todo o período de amostragem. Tal ordenação foi obtida com a utilização do programa PC-ORD 5 (MCCUNE & MEFFORD, 2006) a partir de dados transformados $[\log(x+1)]$, com exceção do pH, e relativizados com ajuste pelo desvio padrão.

Quando envolvemos em uma mesma análise fatores ambientais com diferentes amplitudes de variação em seus valores indica-se o uso da relativização, que ajusta tais valores em relação a uma medida de tendência central (como a média ou desvio padrão), tornando-os comparáveis.

A composição da fauna de Cladocera foi incluída em uma lista de espécies que reúne táxons registrados tanto nas amostras qualitativas como quantitativas das três estações amostrais.

A frequência relativa de ocorrência ou constância de espécies foi determinada pelo Índice de Dajoz (DAJOZ, 2005) segundo a equação:

$C = p \times 100/P$, na qual:

C=constância;

p=número de coletas nas quais a espécie em questão foi registrada;

P=número de coletas efetuadas

De acordo com os valores de constância obtidos, as espécies foram consideradas como:

Constantes= presentes em mais de 50% das amostras;

Acessórias= registradas em mais de 26% e menos de 50% das amostragens;

Acidentais=com ocorrência em menos de 26% das coletas.

A normalidade e homocedasticidade da distribuição das abundâncias de toda a fauna de Cladocera ao longo das amostragens foram confirmadas com o uso dos testes de Shapiro-Wilk (para $\alpha=5\%$, Zar, 1996) e Levene (para $\alpha=5\%$, Zar, 1996), respectivamente. Para verificar possíveis diferenças significativas dos valores ao longo do período de coletas foi utilizada a Análise de Variância - ANOVA (para $\alpha=5\%$, Zar, 1996), complementada pelo teste de Student-Newman-Keuls (para $\alpha=5\%$, Zar, 1996) com o uso de dados transformados $[\log(x+1)]$.

Com o intuito de indicar possíveis diferenças significativas entre as medidas de abundância estimadas a cada coleta para as espécies mais importantes quanto a abundância e constância, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis complementado pelo teste *post hoc* de Student-Newman-Keuls (para $\alpha=5\%$, Zar, 1996) a partir de dados transformados $[\log(x+1)]$.

A escolha deste teste de variância não paramétrico foi pautada na distribuição não normal dos dados, atestada mediante a submissão dos mesmos ao teste de Shapiro-Wilk (para $\alpha=5\%$, Zar, 1996). Os testes de normalidade e variância foram realizados com o uso do programa Sigma Plot 11 (SYSTAT SOFTWARE, 2008).

Gráficos de importância de espécies foram plotados para cada coleta seguindo procedimento indicado por BROWER & ZAR (1984). No eixo x foram listados os táxons registrados na amostragem em questão em ordem decrescente de abundância e no eixo y, seus respectivos valores de abundância.

Dessa forma, foi possível fazer inferências sobre a diversidade e dominância de espécies a partir do grau de inclinação da curva gerada. A comunidade que apresenta

baixa riqueza e alto grau de dominância é caracterizada por uma curva com grande declividade, enquanto uma alta diversidade é geralmente representada por baixa declividade.

Não somente inferências foram feitas para a comparação da diversidade de espécies entre coletas. Foi também executado o cálculo do Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (KREBS, 1999), levando em consideração a riqueza e abundância das espécies registradas, seguindo a equação:

$H' = - \sum (P_i) \times (\log_2 p_i)$, sendo:

H' = Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (bits.ind⁻¹);

P_i = número de indivíduos de cada espécie (n_i)/número total de indivíduos (N)

Foi calculada ainda a Uniformidade, razão entre a diversidade obtida e a diversidade máxima segundo a fórmula:

$J' = H' / \log_2 S$, na qual:

H' = Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (bits.ind⁻¹)

J' = Uniformidade

S = número de espécies na amostra

Tais índices foram calculados com o uso do programa Krebs 3.1 (MICROSOFT CORPORATION & REGENTS OF UNIVERSITY OF CALIFORNIA, 1997).

A fim de detectar os fatores ambientais que potencialmente influenciam na abundância das espécies, foi realizada uma Análise de Correspondência Canônica

(ACC). Foi aplicado o Teste de Monte-Carlo (para $\alpha=5\%$) partindo da hipótese nula de não haver relações entre as matrizes envolvidas na análise. Para realizar a ordenação foi utilizado o programa PC-ORD 5 (MCCUNE & MEFFORD, 2006) e dados de abundância das espécies transformados $[\log(x+1)]$, assim como aqueles referentes aos fatores ambientais, com exceção do pH, que ainda foram relativizados com ajuste pelo desvio padrão.

A associação entre as variáveis ambientais e abundâncias das principais espécies foi determinada com a Análise de Correlação de Spearman (para $\alpha=5\%$, Zar, 1996), correspondente não-paramétrica da Correlação de Pearson, indicada tendo em vista a distribuição não normal dos dados. Estes foram previamente transformados $[\log(x+1)]$, com exceção do pH. As correlações foram estabelecidas com o uso do programa Statistica 7.0 (STATSOFT, 2004).

3. Resultados

3.1. Fatores ambientais

Maior precipitação pluviométrica foi registrada em janeiro e fevereiro de 2009, sendo por vezes coincidentes ou muito próximas às datas de amostragem. A ausência de chuvas foi observada em julho de 2008 e na segunda quinzena de agosto de 2008, de março e de abril de 2009 (Figura 5).

Lagoa e rio mantiveram sua conexão durante todo o período de coletas, visto que os valores de cota do reservatório foram sempre superiores ao limite para a conexão-desconexão com o Rio Paranapanema (>563,6m) (Figura 6).

A cota do reservatório e o volume da lagoa variaram ao longo do ano, tendo os maiores valores registrados na primeira coleta (9 de junho). Reduziram-se gradualmente até a primeira coleta de janeiro, passando por um posterior aumento até março de 2009 (Figuras 6 e 7).

O mesmo padrão foi encontrado na variação dos dados de profundidade, os quais, submetidos à análise de variância, revelaram diferenças estatisticamente significativas entre datas de amostragem, com valores médios superiores em junho e julho, redução gradual até 7 de janeiro e posterior aumento até março, quando são retomados valores similares estatisticamente aos do início das coletas (Figura 8).

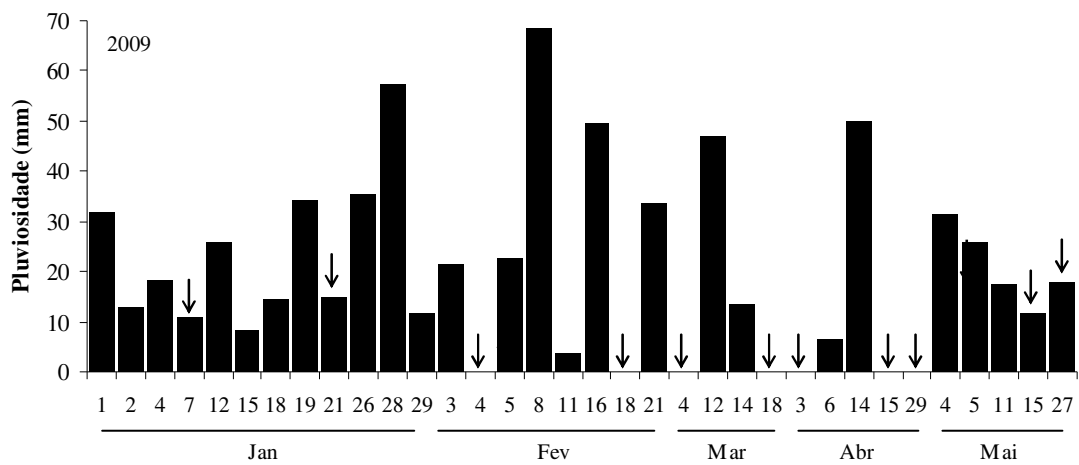
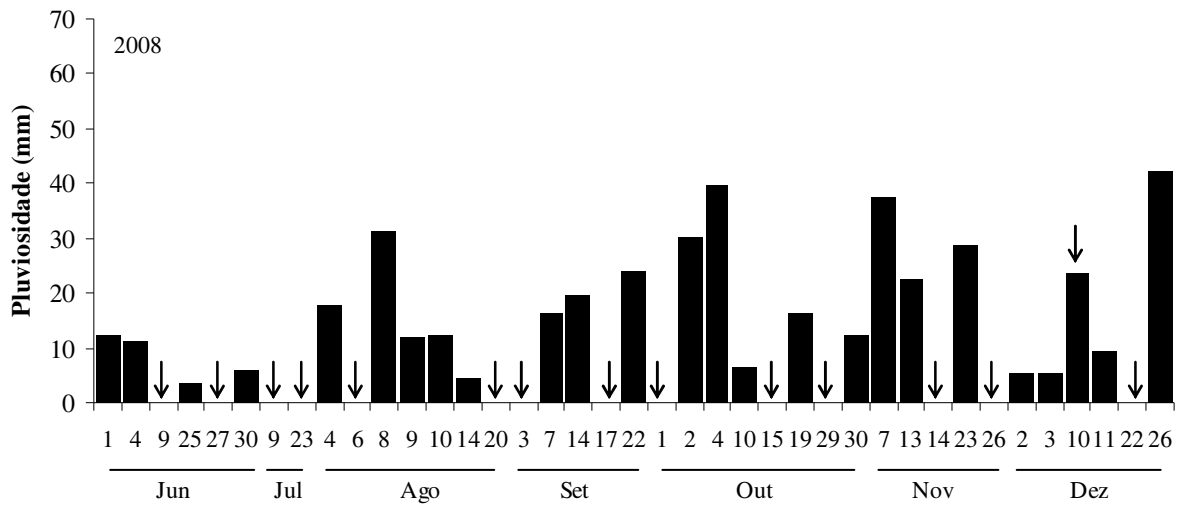


Figura 5. Valores de precipitação pluviométrica (mm) no período de junho de 2008 a maio de 2009 na região de Angatuba-SP. As setas indicam as datas de amostragem. (demais dias suprimidos da figura: ausência de chuvas).

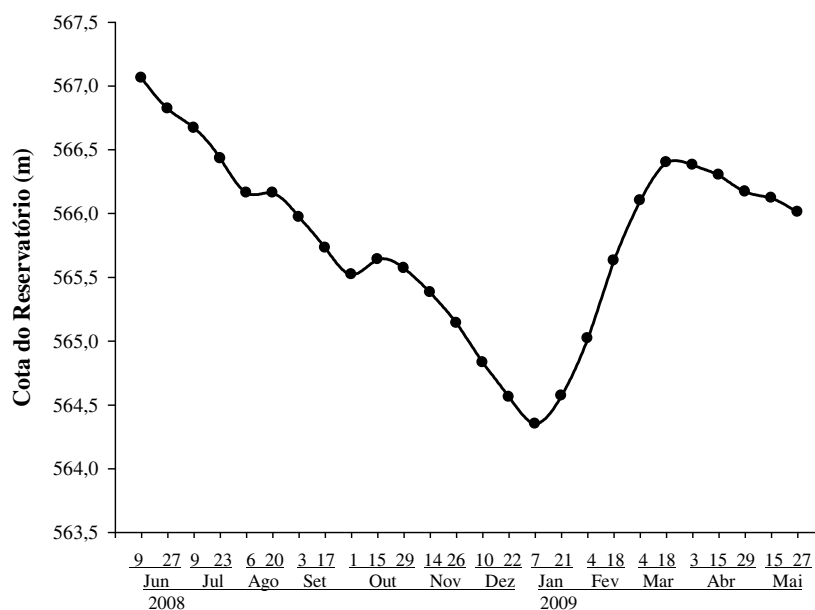


Figura 6. Variação da cota do reservatório de Jurumirim no período de junho de 2008 a maio de 2009.

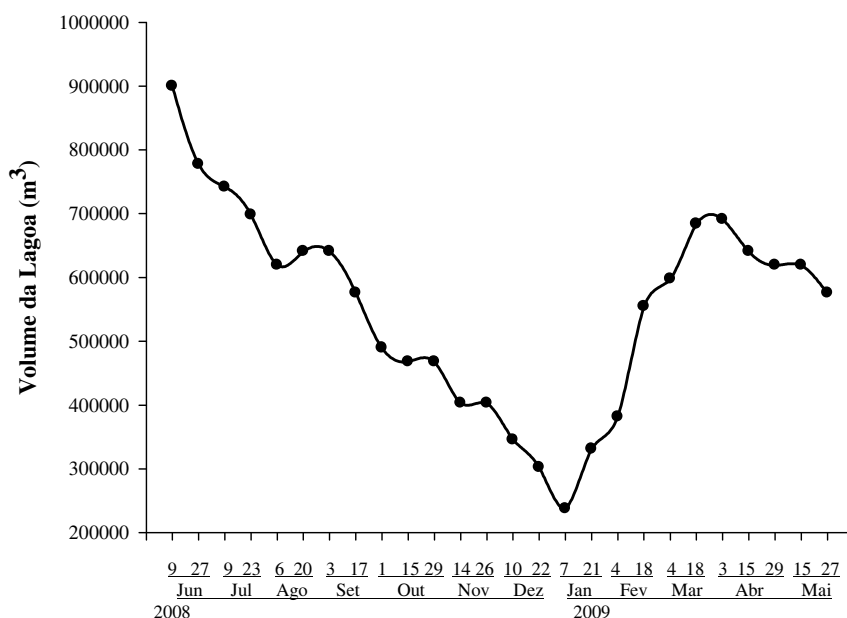


Figura 7. Variação do volume da Lagoa do Camargo estimado com base na profundidade máxima registrada a cada amostragem no período de junho de 2008 a maio de 2009.

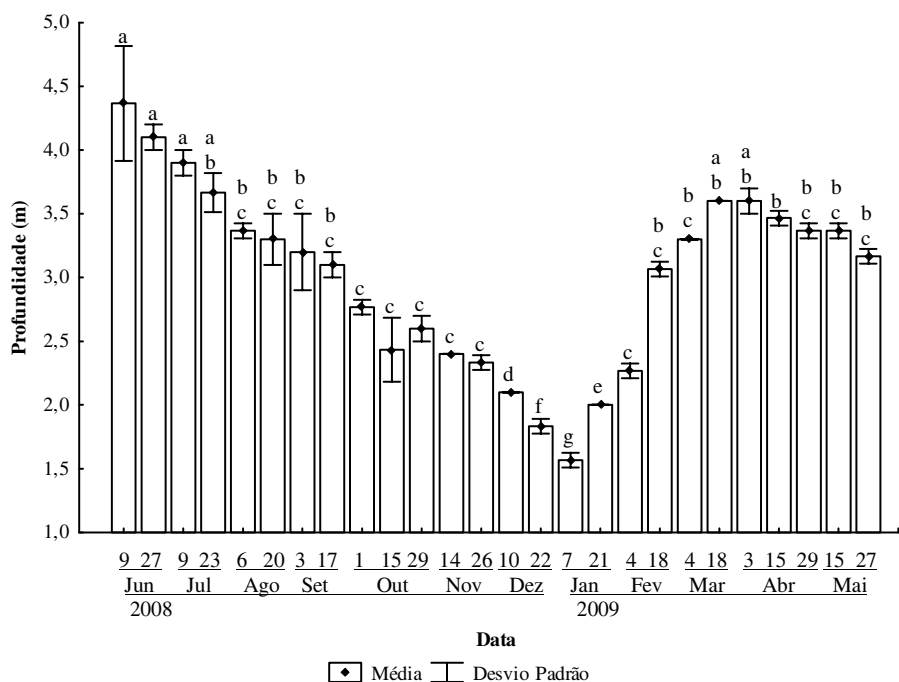


Figura 8. Médias e desvios-padrão das profundidades obtidas em três estações de amostragem na Lagoa do Camargo no período de junho de 2008 a maio de 2009. Barras com ao menos uma letra em comum não diferem significativamente (Kruskal-Wallis complementado por Student-Newman-Keuls, $\alpha=5\%$).

A transparência da água, estimada mediante observação da profundidade de desaparecimento visual do Disco de Secchi, variou ao longo do período de estudo, com maiores valores entre a segunda coleta de junho e a primeira de setembro e entre 15 de abril e 27 de maio, e menores entre 22 de dezembro e 21 de janeiro (Figura 9).

Sua variação tem picos e baixios distribuídos de forma inversa àqueles apresentados nas Figuras 10, 11 e 12, representações gráficas dos valores médios para estações e datas de coleta do material em suspensão total, suas frações orgânica e inorgânica, respectivamente.

Nota-se a maior contribuição relativa da fração inorgânica ao material em suspensão total (Figura 12). Por sua vez, a fração orgânica apresenta maiores variações ao longo do período de estudo, o que pode ser verificado pela ocorrência de maiores diferenças estatísticas entre médias estimadas (Figura 11).

As altas médias de material em suspensão registradas nas três figuras para o dia 18 de março de 2009, bem como seus altos valores de desvio padrão, são provenientes de um erro de coleta. Provavelmente, ao amostrar a água do fundo, a garrafa de Van Dorn revolveu e ressuspendeu parte do sedimento adicionando-o à alíquota a ser analisada.

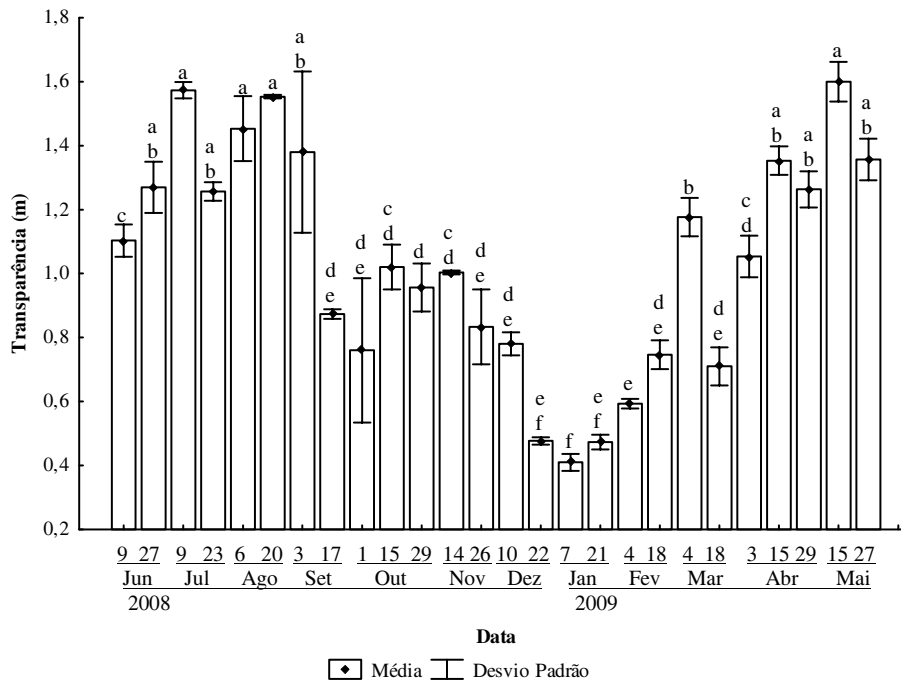


Figura 9. Médias e desvios-padrão dos valores de transparência da água (Disco de Secchi) em três estações de amostragem na Lagoa do Camargo no período de junho de 2008 a maio de 2009. Barras com ao menos uma letra em comum não diferem significativamente (Kruskal-Wallis complementado por Student-Newman-Keuls, $\alpha=5\%$).

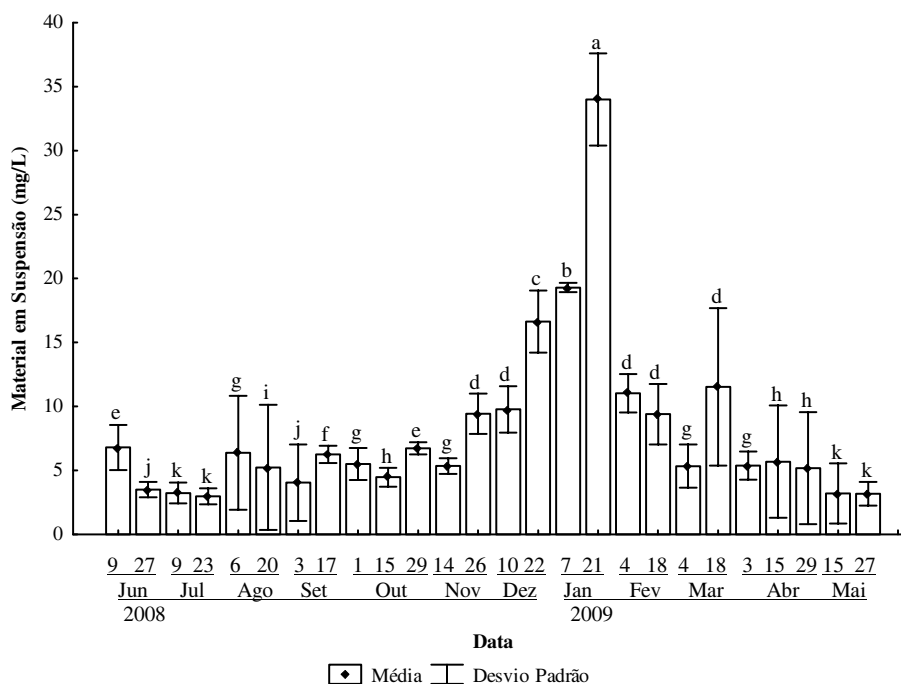


Figura 10. Médias e desvios-padrão dos valores de material em suspensão em três estações de amostragem na Lagoa do Camargo no período de junho de 2008 a maio de 2009. Barras com ao menos uma letra em comum não diferem significativamente (Kruskal-Wallis complementado por Student-Newman-Keuls, $\alpha=5\%$).

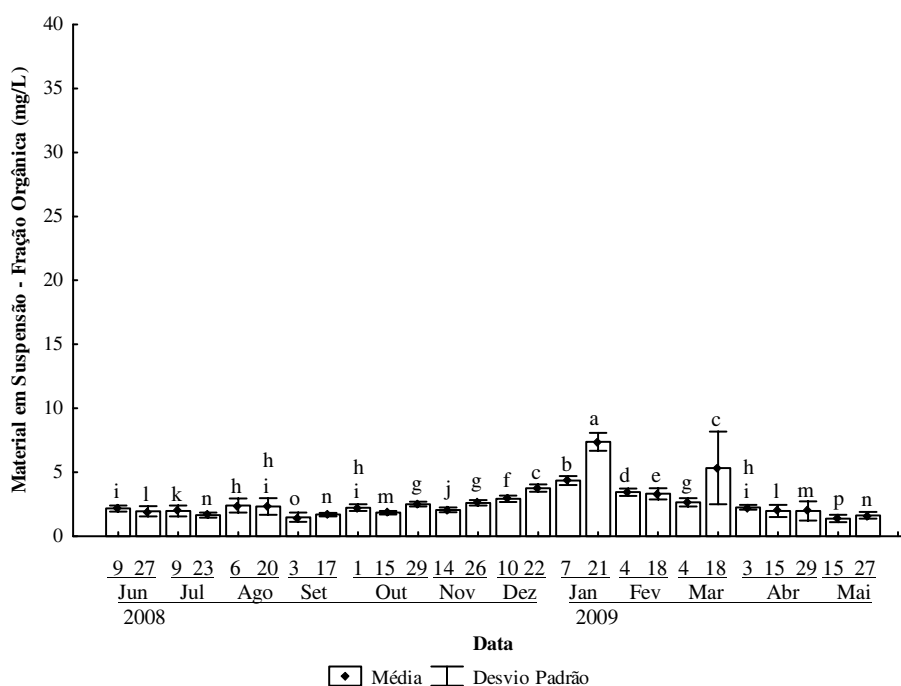


Figura 11. Médias e desvios-padrão dos valores da fração orgânica do material em suspensão em três estações de amostragem na Lagoa do Camargo no período de junho de 2008 a maio de 2009. Barras com ao menos uma letra em comum não diferem significativamente (Kruskal-Wallis complementado por Student-Newman-Keuls, $\alpha=5\%$).

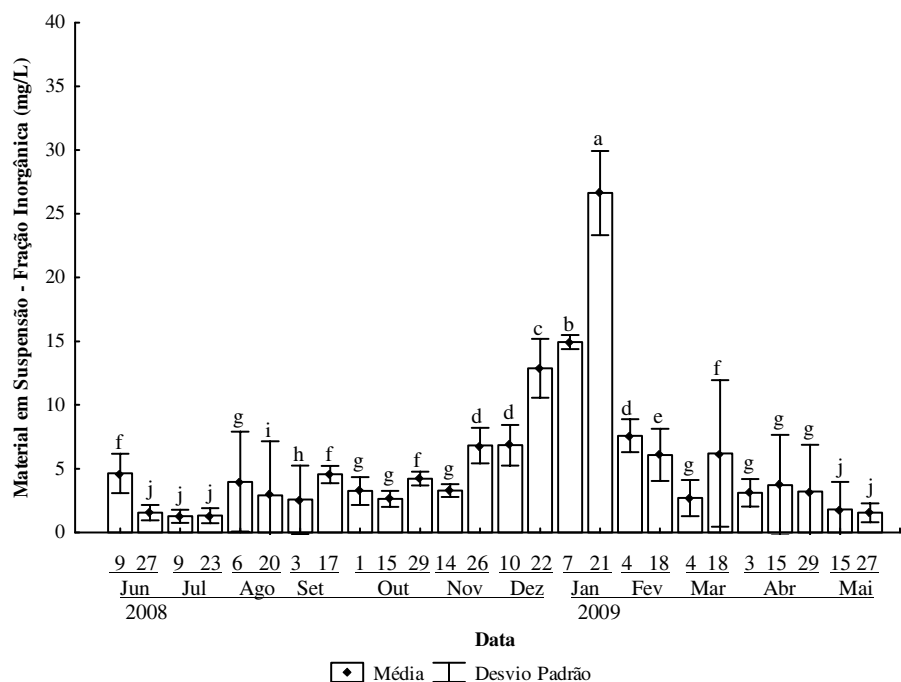


Figura 12. Médias e desvios-padrão dos valores da fração inorgânica do material em suspensão em três estações de amostragem na Lagoa do Camargo no período de junho de 2008 a maio de 2009. Barras com ao menos uma letra em comum não diferem significativamente (Kruskal-Wallis complementado por Student-Newman-Keuls, $\alpha=5\%$).

A opção por apresentar o perfil térmico da coluna d'água e não médias associando dados das diferentes estações de amostragem revela o interesse em destacar microestratificações de ocorrência local e de influência sobre a circulação da água nos pontos analisados. No entanto, não foram observadas grandes diferenças entre as estações de amostragem quanto ao perfil térmico apresentado o longo do período de estudo.

De maneira geral, a lagoa apresentou isotermita ou pequenas oscilações de temperatura ao longo de toda a coluna d'água em todas as estações de amostragem na maioria das coletas, exceto em 15 de outubro de 2008 e 04 de março de 2009, quando houve uma variação mais ampla de temperatura ao longo da coluna de água (Figura 13).

O pH da água apresentou variações pouco significativas ao longo do período de estudo com valores próximos à neutralidade ou levemente ácidos, com uma redução ou maior tendência à acidez nas amostragens pós-chuva (Figura 14).

A influência do regime de chuvas sobre os demais fatores ambientais também pode ser observada mediante análise do comportamento ao longo do tempo das médias de condutividade para as três estações no período de coletas (Figura 15). Baixos valores de condutividade mostraram-se associados à alta pluviosidade.

As médias de oxigênio dissolvido variaram pouco ao longo do estudo (Figura 16), ocorrendo uma diminuição no período pós-cheia e maiores valores coincidentes, em parte, com os picos de pigmentos totais (Figura 17).

Por sua vez, as médias de pigmentos totais ao longo do período de coletas distribuem-se em um padrão semelhante ao apresentado para a profundidade e transparência da água, com um segundo pico coincidente com o período de alta incidência de chuvas.

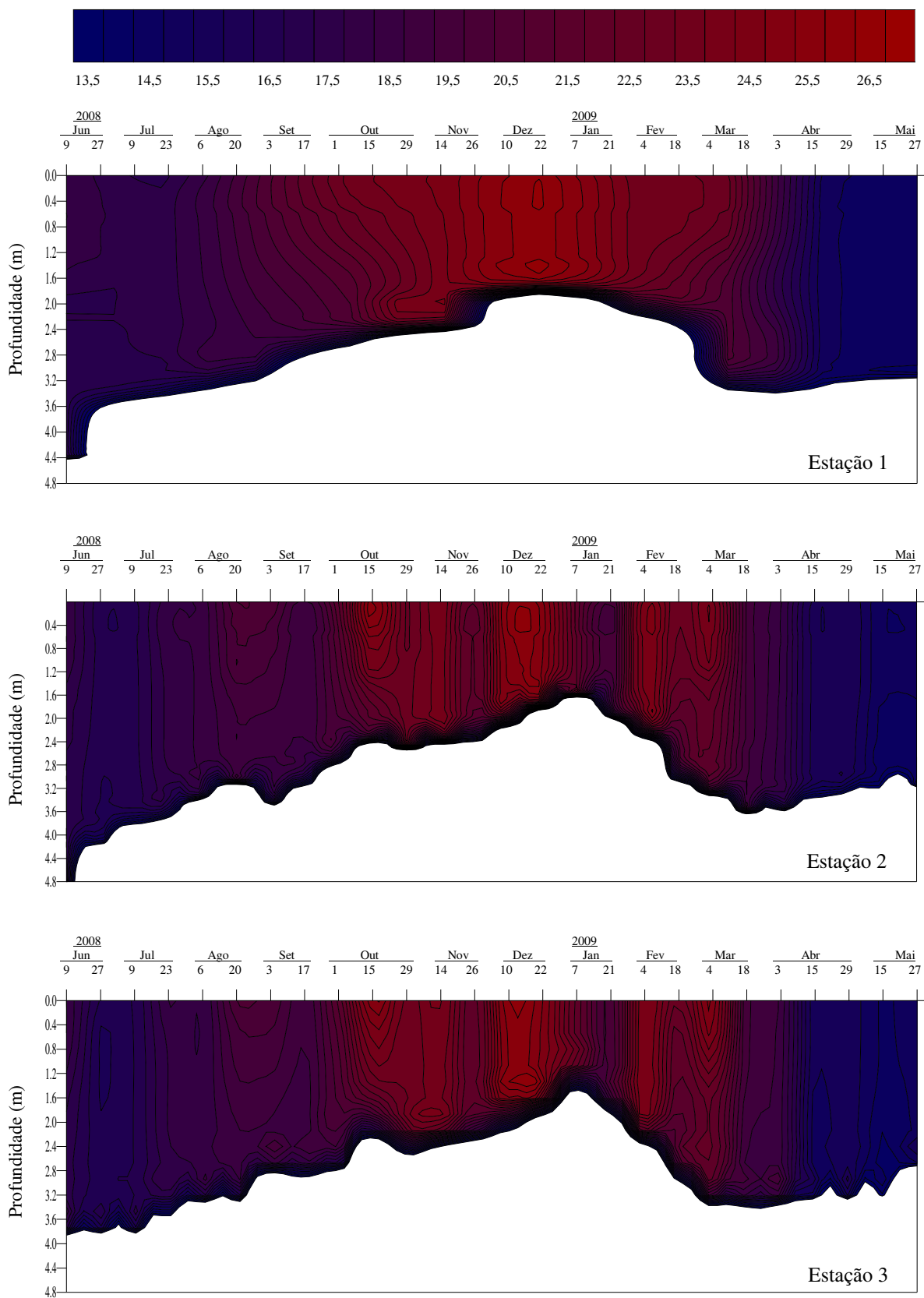


Figura 13. Perfis térmicos da coluna d'água por coleta e estação de amostragem na Lagoa do Camargo no período de junho de 2008 a maio de 2009.

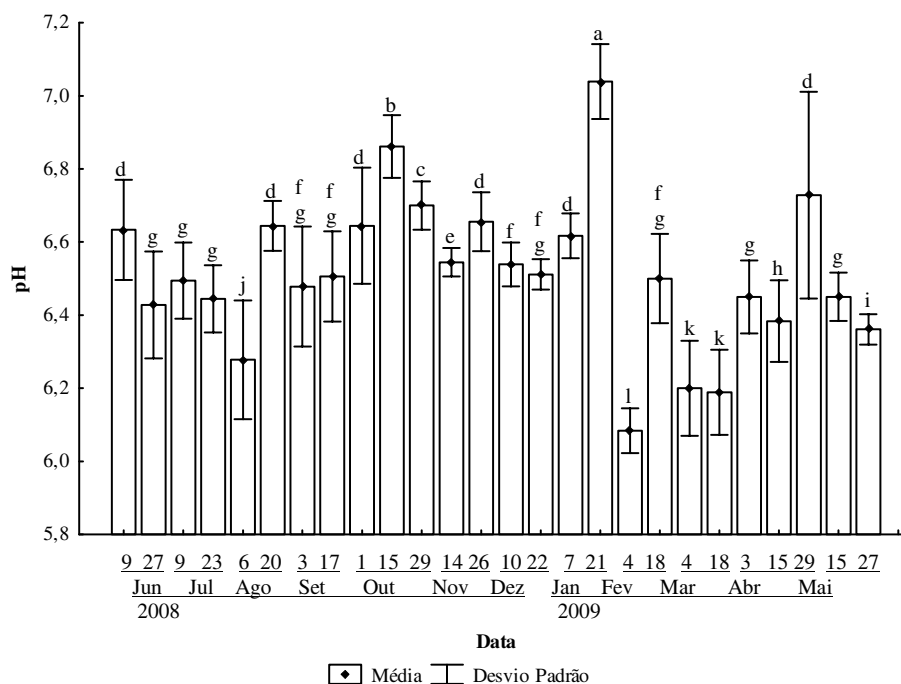


Figura 14. Médias e desvios-padrão dos valores de pH em três estações de amostragem na Lagoa do Camargo no período de junho de 2008 a maio de 2009. Barras com ao menos uma letra em comum não diferem significativamente (Kruskal-Wallis complementado por Student-Newman-Keuls, $\alpha=5\%$).

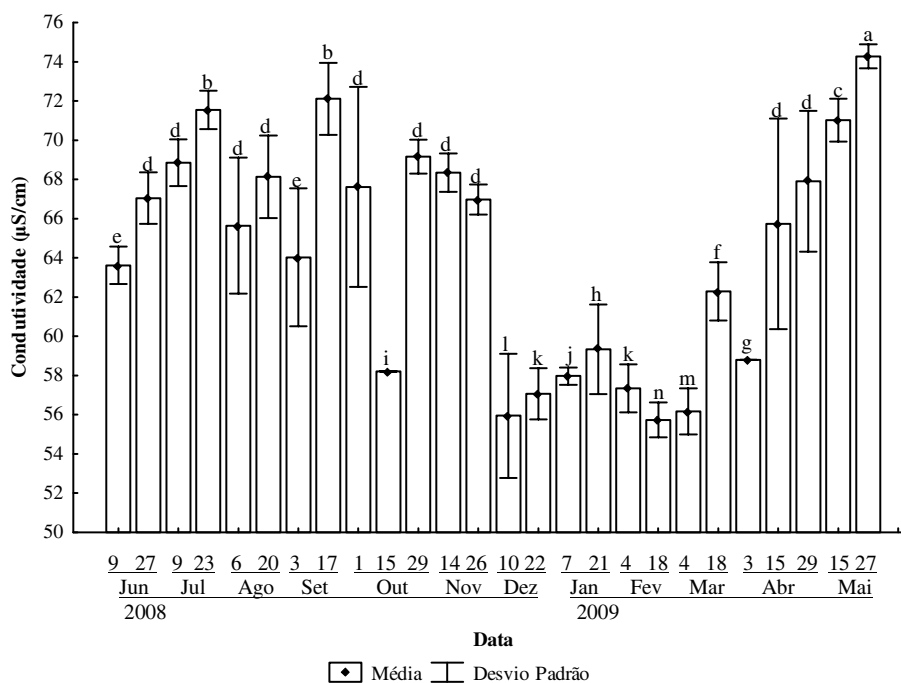


Figura 15. Médias e desvios-padrão dos valores de condutividade em três estações de amostragem na Lagoa do Camargo no período de junho de 2008 a maio de 2009. Barras com ao menos uma letra em comum não diferem significativamente (Kruskal-Wallis complementado por Student-Newman-Keuls, $\alpha=5\%$).

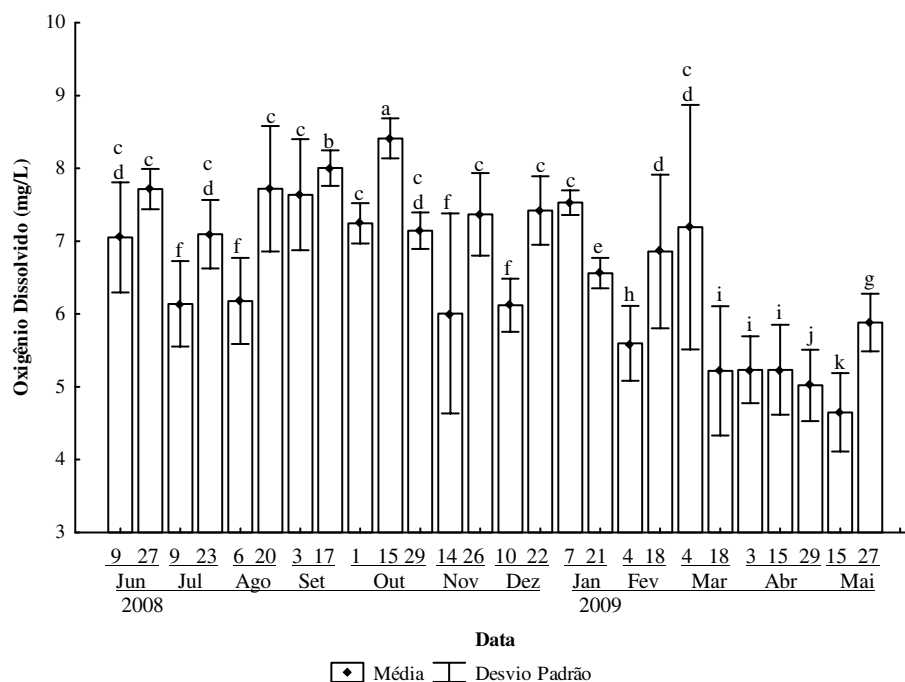


Figura 16. Médias e desvios-padrão dos valores de oxigênio dissolvido em três estações de amostragem na Lagoa do Camargo no período de junho de 2008 a maio de 2009. Barras com ao menos uma letra em comum não diferem significativamente (Kruskal-Wallis complementado por Student-Newman-Keuls, $\alpha=5\%$).

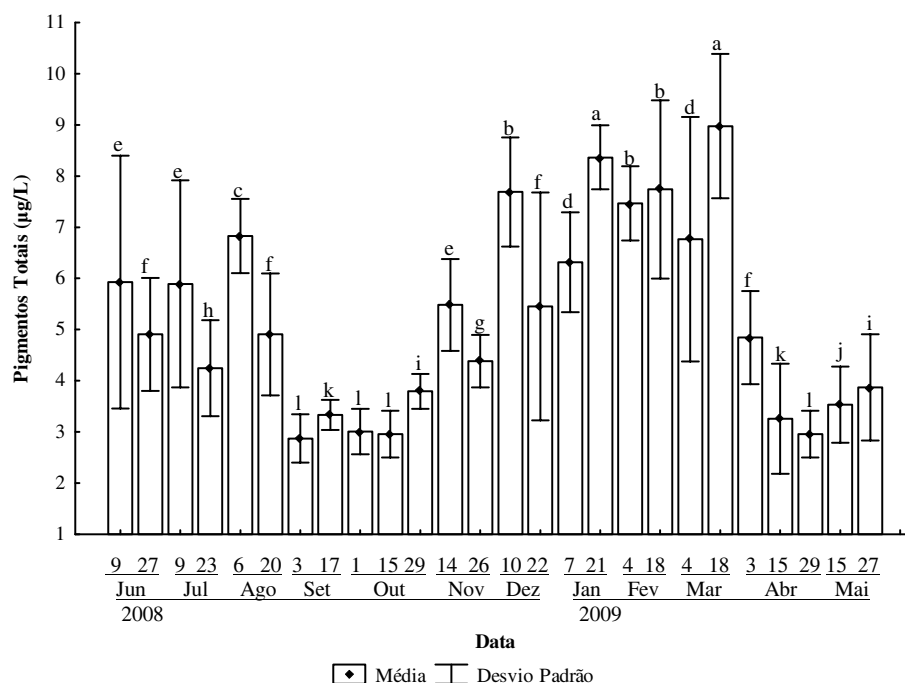


Figura 17. Médias e desvios-padrão dos valores de pigmentos totais em três estações de amostragem na Lagoa do Camargo no período de junho de 2008 a maio de 2009. Barras com ao menos uma letra em comum não diferem significativamente (Kruskal-Wallis complementado por Student-Newman-Keuls, $\alpha=5\%$).

Analisando-se a variação quinzenal das médias das concentrações de nitrogênio e fósforo totais na água (Figuras 18 e 19), observa-se a ocorrência de picos nessa distribuição coincidentes com o período de chuvas mais frequentes e próximas dos dias de amostragem (outubro de 2008 a março de 2009). Um pico na concentração de nitrogênio pode ser verificado ainda de julho a setembro de 2008, de forma coincidente com maiores valores de cota do reservatório de Jurumirim.

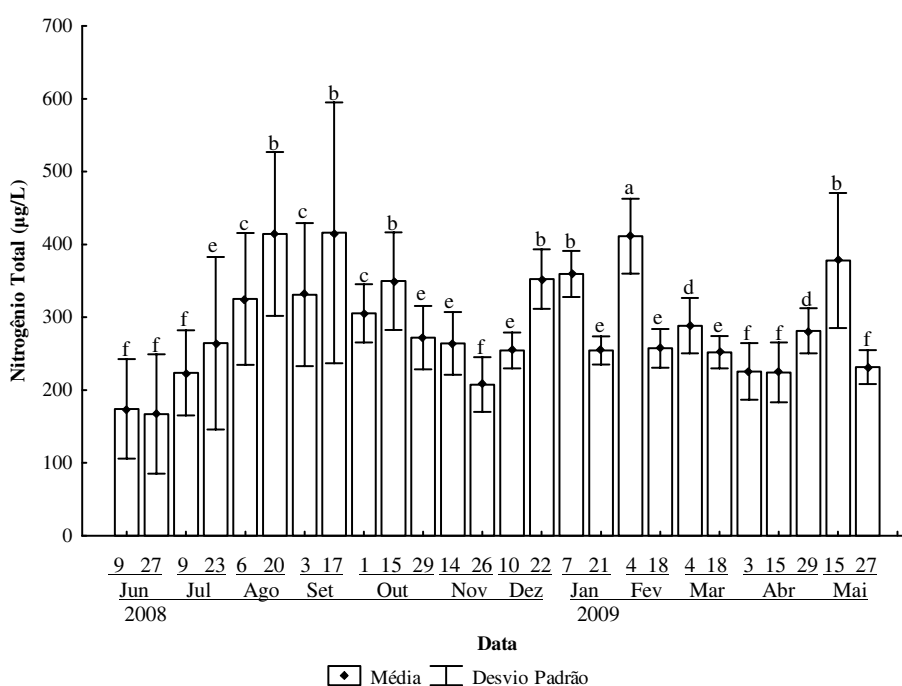


Figura 18. Médias e desvios-padrão dos valores de concentração de nitrogênio total ($\mu\text{g/L}$) em três estações de amostragem na Lagoa do Camargo no período de junho de 2008 a maio de 2009. Barras com ao menos uma letra em comum não diferem significativamente (Kruskal-Wallis complementado por Student-Newman-Keuls, $\alpha=5\%$).

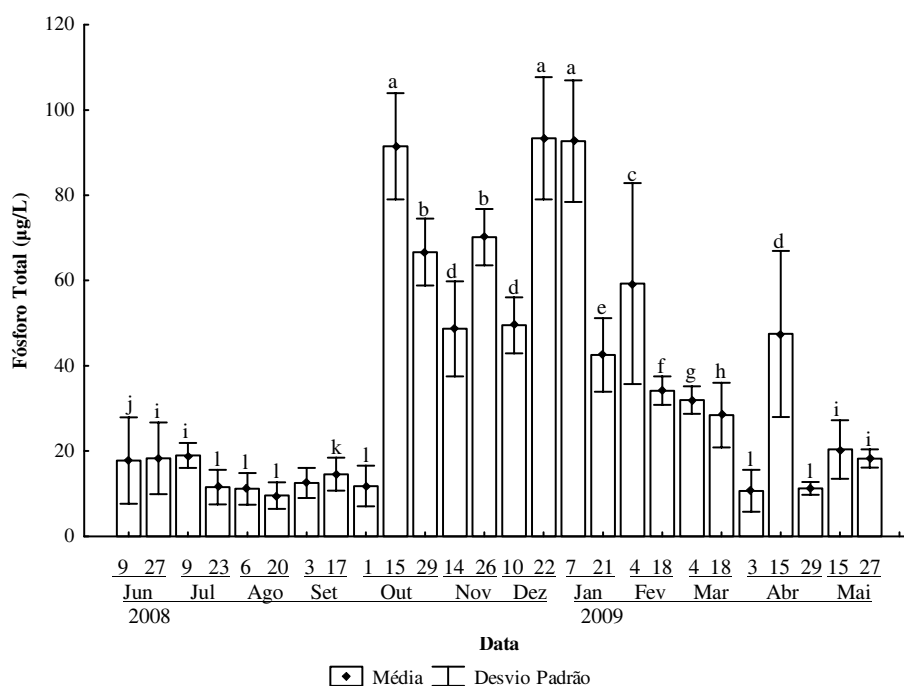


Figura 19. Médias e desvios-padrão dos valores de concentração de fósforo total ($\mu\text{g/L}$) em três estações de amostragem na Lagoa do Camargo no período de junho de 2008 a maio de 2009. Barras com ao menos uma letra em comum não diferem significativamente (Kruskal-Wallis complementado por Student-Newman-Keuls, $\alpha=5\%$).

Os valores do índice de estado trófico oscilaram ao longo dos meses e não coincidiram em nenhuma amostragem em todas as categorias como pode ser observado na Figura 20 (A, B e C). Utilizando valores de transparência da água obtidos com o uso do Disco de Secchi, a Lagoa do Camargo foi apontada como um ambiente oligotrófico na grande maioria das amostragens (24 \approx 92,3%), sendo designado como mesotrófico somente nas coletas dos dias 22 de dezembro e 7 de janeiro.

De acordo com a determinação de pigmentos totais, a lagoa foi classificada como mesotrófica ao longo de todas as amostragens (26 = 100%). Segundo a concentração de fósforo total, nos dias 09 de junho a 1 de outubro de 2008, 18 de março, 3 de abril e em 15 e 27 de maio de 2009 (\approx 50%) a lagoa foi considerada mesotrófica, enquanto de 15 de outubro de 2008 a 4 de março e em 15 e 29 de abril de 2009, como eutrófica.

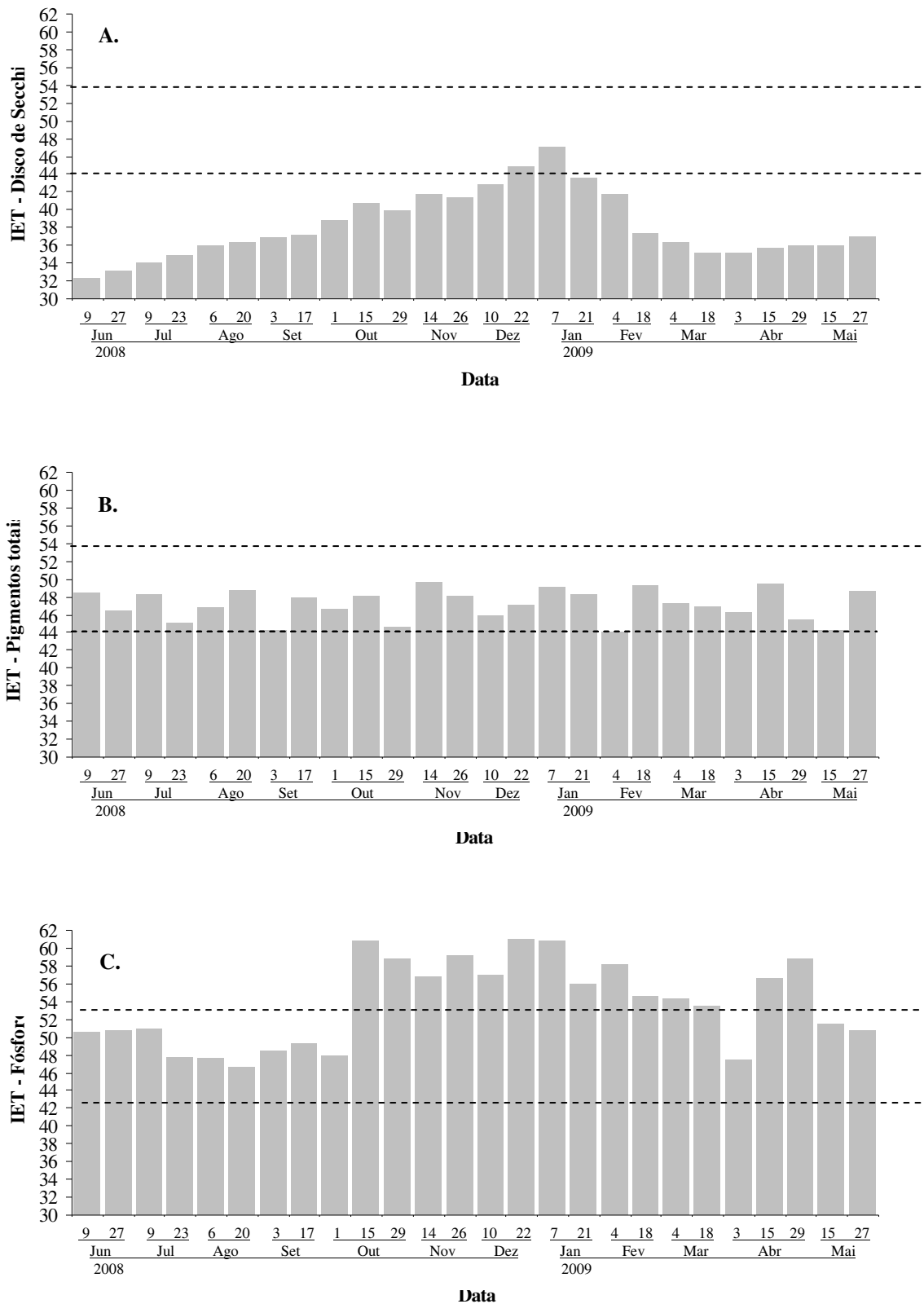


Figura 20. Índice de estado trófico (IET) ao longo dos meses de amostragem na Lagoa do Camargo a partir de dados de transparência (A), pigmentos totais (B) e fósforo total (C). As linhas pontilhadas separam os estados tróficos oligotrófico (valores inferiores a 44), mesotrófico (entre 44 e 54) e eutrófico (acima de 54).

A Figura 21 representa graficamente os resultados obtidos na Análise de Componentes Principais (PCA) das variáveis ambientais avaliadas enquanto a Tabela II apresenta a correlação de tais variáveis com os eixos 1 e 2 da mesma análise.

A explicabilidade dos dados a partir dos 2 primeiros eixos atingiu 66,19%, sendo 52,622% no eixo 1 e 13,568% no eixo 2. A distribuição de dados em relação ao primeiro eixo permite agrupá-los em 2 períodos de seca, de 09 de junho a 01 de outubro de 2008 e de 03 de abril a 27 de maio de 2009, fortemente relacionados à profundidade e volume da lagoa, nível do rio, transparência e condutividade, e um período chuvoso de 15 de outubro a 18 de março de 2009, relacionado principalmente ao material em suspensão (total e suas frações), temperatura da água, pluviosidade, fósforo e pigmentos totais.

As variáveis pH, oxigênio dissolvido e nitrogênio apresentaram as mais baixas correlações, todas positivas, em relação ao eixo 1.

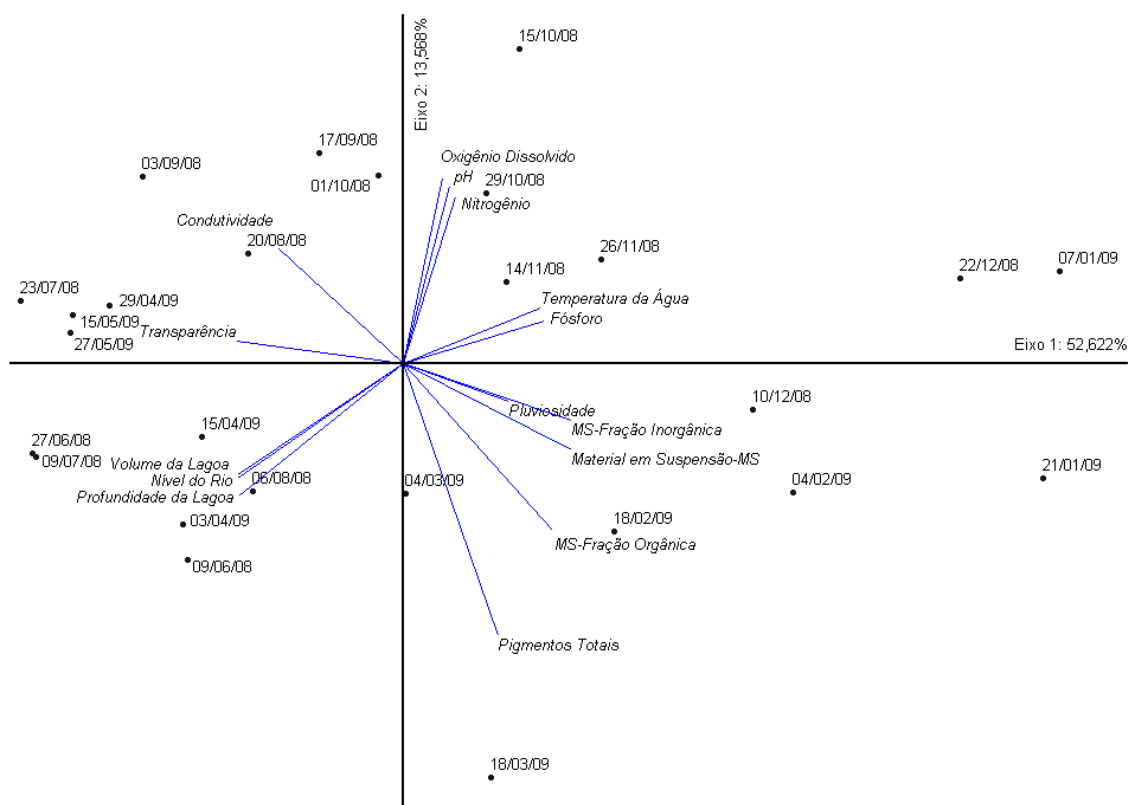


Figura 21. Representação gráfica dos resultados da Análise de Componentes Principais (ACP) das variáveis ambientais aferidas em três estações de amostragem na Lagoa do Camargo no período de junho de 2008 a maio de 2009.

Tabela II. Correlações obtidas na Análise de Componentes Principais (ACP) das variáveis ambientais aferidas em três estações de amostragem na Lagoa do Camargo no período de junho de 2008 a maio de 2009.

Variáveis Ambientais	Valores de r no 1º eixo	Valores de r no 2º eixo
Condutividade	-0,6778	0,3191
Fósforo	0,7638	0,1153
Material em Suspensão - MS	0,9083	-0,2373
MS-Fração Inorgânica	0,9091	-0,1554
MS-Fração Orgânica	0,8071	-0,4589
Nitrogênio	0,2844	0,4583
Nível do Rio	-0,8985	-0,3154
Oxigênio Dissolvido	0,2135	0,5111
pH	0,2491	0,4874
Pigmentos Totais	0,5128	-0,7464
Pluviosidade	0,5720	-0,1045
Profundidade	-0,8893	-0,3641
Temperatura da Água	0,7414	0,1542
Transparência	-0,9047	0,0628
Volume da Lagoa	-0,8959	-0,3040

3.2. Cladocera

A Tabela III apresenta a lista de espécies amostradas na Lagoa do Camargo durante o estudo. Foram registradas 34 espécies distribuídas em 7 famílias.

Maiores valores de riqueza de Cladocera (Figura 22) foram observados na segunda coleta de março (23 espécies), nos meses de junho e julho (22, 20, 19 e 17 espécies) e na segunda amostragem de fevereiro (19 espécies), enquanto os menores, em dezembro e janeiro (9, 8, 10 e 11 espécies).

As famílias menos representativas em riqueza de espécies ao longo de todo o período de amostragem foram Ilyocryptidae e Macrothricidae, de hábito tipicamente litorâneo. A família Chydoridae, de mesmo hábito, por outro lado, não foi amostrada somente em setembro, na última coleta de dezembro e a primeira de janeiro e abril, sendo, por diversas vezes, a família mais representativa em número de espécies.

Destacam-se ainda as famílias Daphniidae e Sididae com riquezas relativamente altas mantidas em quase todo o período de amostragem (Figura 22).

A frequência de ocorrência das espécies revela que a maioria delas (16) pode ser classificada como rara, principalmente as componentes das famílias Chydoridae e Macrothricidae.

Onze espécies de Sididae, Moinidae, Daphniidae e Bosminidae foram constantes, enquanto 6, foram consideradas acessórias. Entre as acessórias encontram-se espécies das famílias Ilyocryptidae, Daphnidae e Chydoridae (Figura 23).

Tabela III. Lista de espécies amostradas na Lagoa do Camargo no período de junho de 2008 e maio de 2009.

Família	Espécie
Bosminidae Sars, 1865	<i>Bosmina (Sinobosmina) freyi</i> De Melo & Hebert, 1994 <i>Bosmina hagmanni</i> Stingelin, 1904 <i>Bosmina tubicen</i> Brehm, 1953 <i>Bosminopsis deitersi</i> Richard, 1895
Chydoridae Stebbing, 1902	<i>Acroperus tupinamba</i> Sinev & Elmoor-Loureiro, 2010 <i>Alona guttata</i> Sars, 1862 <i>Alona iheringula</i> Sars, 1901 <i>Alona ossiani</i> Sinev, 1998 <i>Anthalona verrucosa</i> (Sars, 1901) <i>Alona</i> sp. <i>Alonella dadayi</i> Birge, 1910 <i>Camptocercus australis</i> Sars, 1896 <i>Chydorus eurynotus</i> Sars, 1901 <i>Chydorus pubescens</i> Sars, 1901 <i>Coronatella monacantha</i> (Sars, 1901) <i>Coronatella poppei</i> (Richard, 1897) <i>Euryalona orientalis</i> (Daday, 1898) <i>Leydigiopsis ornata</i> Daday, 1905 <i>Notoalona sculpta</i> (Sars, 1901)
Daphniidae Straus, 1820	<i>Ceriodaphnia cornuta</i> Sars, 1885 <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> Daday, 1902 <i>Daphnia ambigua</i> Scourfield, 1947 <i>Daphnia gessneri</i> Herbst, 1967 <i>Daphnia parvula</i> Fordyce, 1901 <i>Simocephalus latirostris</i> Stingelin 1906
Ilyocryptidae Smirnov, 1992	<i>Ilyocryptus spinifer</i> Herrick, 1882
Macrothricidae Norman & Brandy, 1867	<i>Macrothrix squamosa</i> Sars, 1901 <i>Macrothrix elegans</i> Sars, 1901
Moinidae Goulden, 1968	<i>Moina micrura</i> Kurz, 1874 <i>Moina minuta</i> Hansen, 1899
Sididae Baird, 1850	<i>Diaphanosoma birgei</i> Koříneck, 1981 <i>Diaphanosoma brevireme</i> Sars, 1901 <i>Diaphanosoma fluviatile</i> Hansen, 1899 <i>Diaphanosoma spinulosum</i> Herbst, 1975

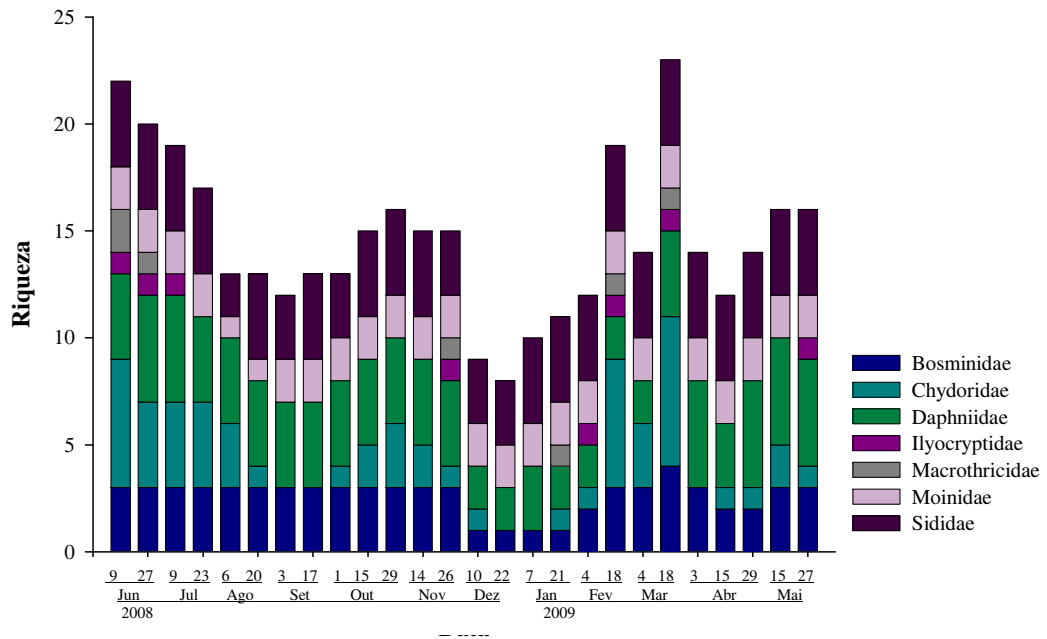


Figura 22. Riqueza de espécies por famílias amostradas na Lagoa do Camargo no período de junho de 2008 a maio de 2009.

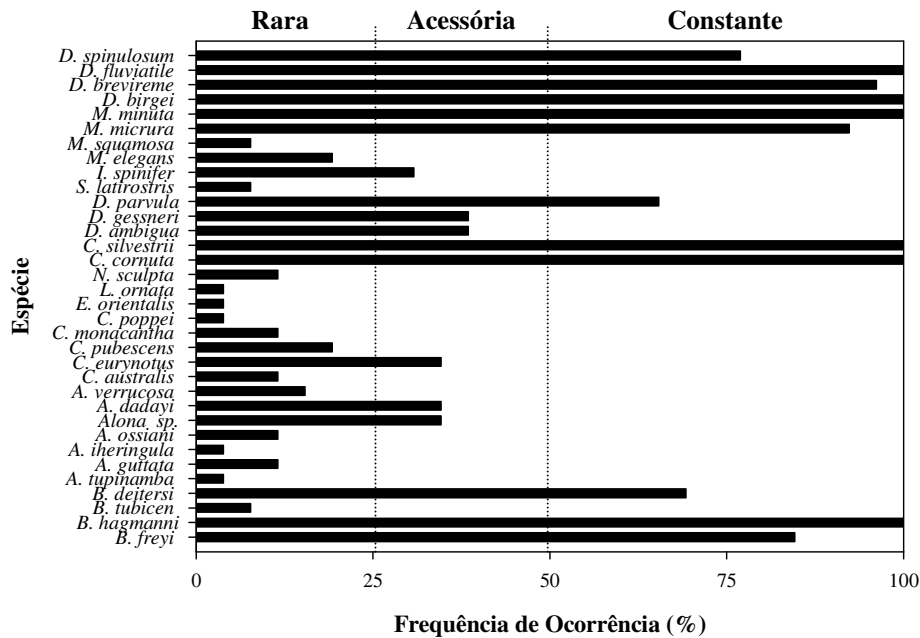


Figura 23. Frequência de ocorrência ou constância das espécies registradas na Lagoa do Camargo no período de junho de 2008 a maio de 2009.

A variação da abundância absoluta de Cladocera no período de estudo revelou pequenas diferenças estatísticas entre valores (Figura 24). As maiores abundâncias foram encontradas nos dias 09 de julho (68553ind.m⁻³) e 04 de março (37270ind.m⁻³), enquanto as menores em 10 de dezembro (757ind.m⁻³) e 09 de junho (1232ind.m⁻³).

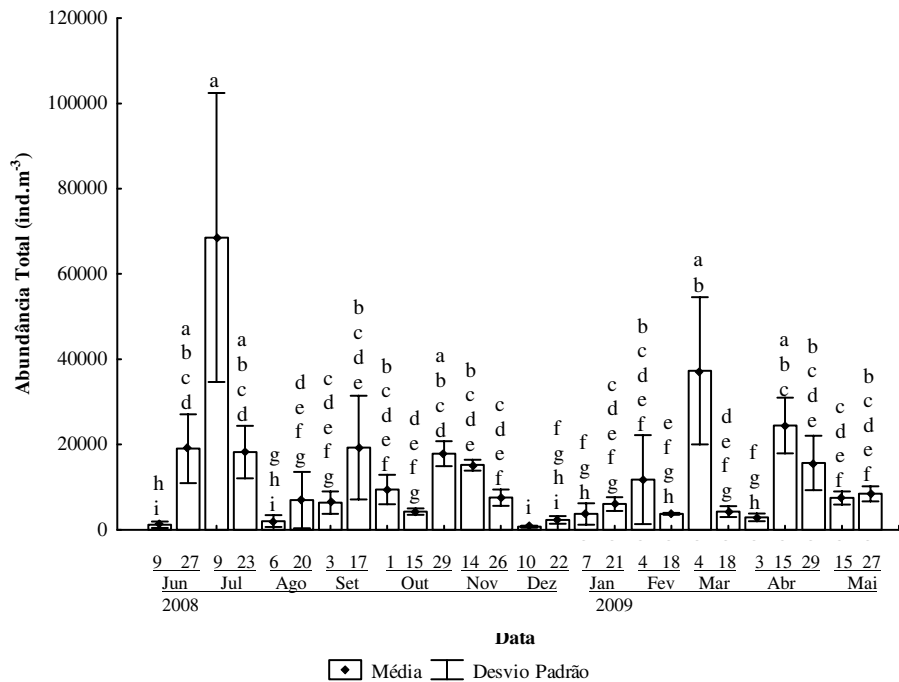


Figura 24. Abundância absoluta (média±desvio padrão) de Cladocera na Lagoa do Camargo no período de junho de 2008 a maio de 2009. Barras com ao menos uma letra em comum não diferem significativamente (ANOVA complementado por Student-Newman-Keuls, $\alpha=5\%$).

Nas figuras 25 a 35 é representada a variação ao longo do ano de estudo dos valores médios de abundância das espécies mais importantes em abundância e constância. A análise de variância não paramétrica (Kruskal-Wallis) detectou a ocorrência de diferenças estatisticamente significativas entre as médias de abundância, entre amostragens, para todas as espécies analisadas.

No entanto os testes *post-hoc* (Student-Newman-Keuls) utilizados para determinar diferenças entre valores não foram sempre conclusivos. Foi o caso dos testes aplicados aos dados de abundância de *B. freyi*, *B. hagmanni*, *B. deitersi*, *C. silvestrii*, *D. parvula*, *D. birgei*, *D. brevireme* e *M. micrura*.

Assumiui-se que testes *post-hoc* complementam, porém não invalidam, resultados da análise de variância. Dessa forma, considerou-se que há diferenças entre as abundâncias das espécies citadas, mesmo que não se possa atestar estatisticamente quais valores diferem entre si.

A espécie *B. freyi* não foi registrada somente entre 10 de dezembro de 2008 a 21 de janeiro de 2009 (4 coletas); suas maiores abundâncias ocorreram em setembro de 2008 (Figura 25), enquanto *B. hagmanni* foi amostrada ao longo de todo o período de estudo com maiores abundâncias registradas entre as primeiras coletas de setembro e novembro (Figura 26). O táxon *B. deitersi* esteve ausente de 10 de dezembro a 04 de fevereiro e de 03 a 29 de abril (Figura 27), com altíssima abundância em 9 de julho de 2008.

A espécie *C. cornuta* apresentou abundâncias estatisticamente similares durante todo o período de estudo, exceto em 4 de março de 2009, data na qual a abundância mostrou-se mais alta (Figura 28).

Para os demais Daphniidae analisados, o teste *post hoc* de Student-Newman-Keuls não revelou quais valores de abundância média diferiram entre si, porém nota-se que *C. silvestrii*, registrada em todas as amostragens, apresentou maiores abundâncias em 26 de novembro de 2008, enquanto alta abundância de *D. parvula* foi registrada em 9 de julho de 2008 e sua ausência entre 10 de dezembro de 2008 e 18 de março e em 15 de abril de 2009 (Figuras 29 e 30).

A espécie *D. birgei* foi observada em todas as amostras, com maior abundância em 15 de abril (Figura 31). Foi possível notar alta abundância em 4 de março de 2009 para *D. brevireme*, ausente somente em 06 de agosto de 2008 (Figura 32). Para *D. fluviatile*, presente em todas as amostragens, foram registradas maiores abundâncias em

23 de julho, 14 de novembro, entre 22 de dezembro e 4 de fevereiro, 4 de março, 15 e 29 de abril (Figura 33).

Entre os Moinidae, a espécie *M. micrura*, ausente somente nas amostragens de agosto de 2008, apresentou maiores abundâncias em 9 de julho de 2008 e em 4 de março e 15 de abril de 2009 (Figura 34), *M. minuta* foi registrada ao longo de todo o período de amostragem com poucas variações significativas em suas abundâncias com o maior valor em 15 de abril de 2009, segundo teste de Student-Newman-Keuls (Figura 35).

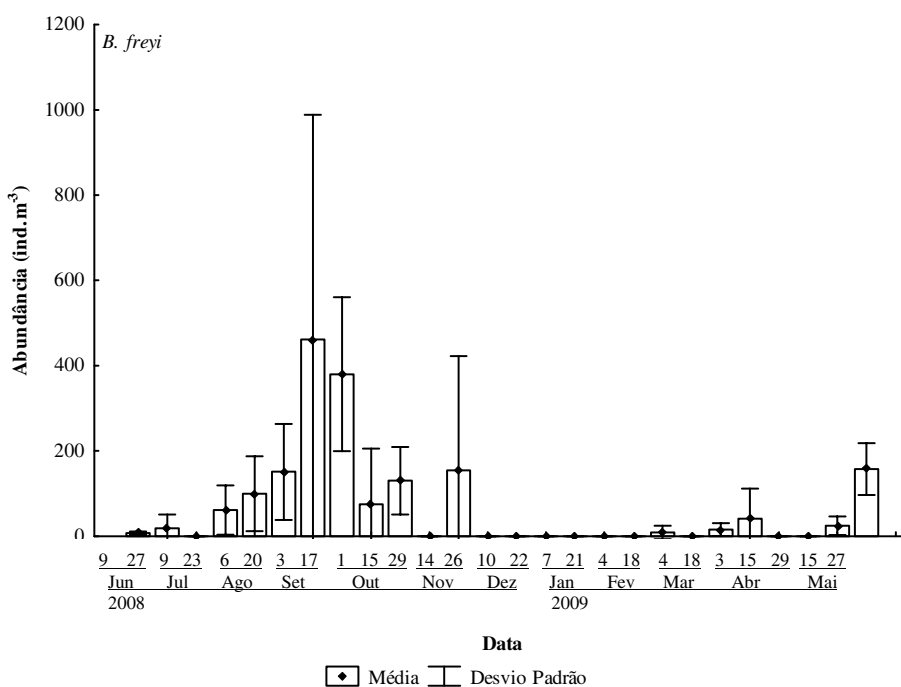


Figura 25. Abundância (média±desvio padrão) de *Bosmina freyi* na Lagoa do Camargo no período de junho de 2008 a maio de 2009.

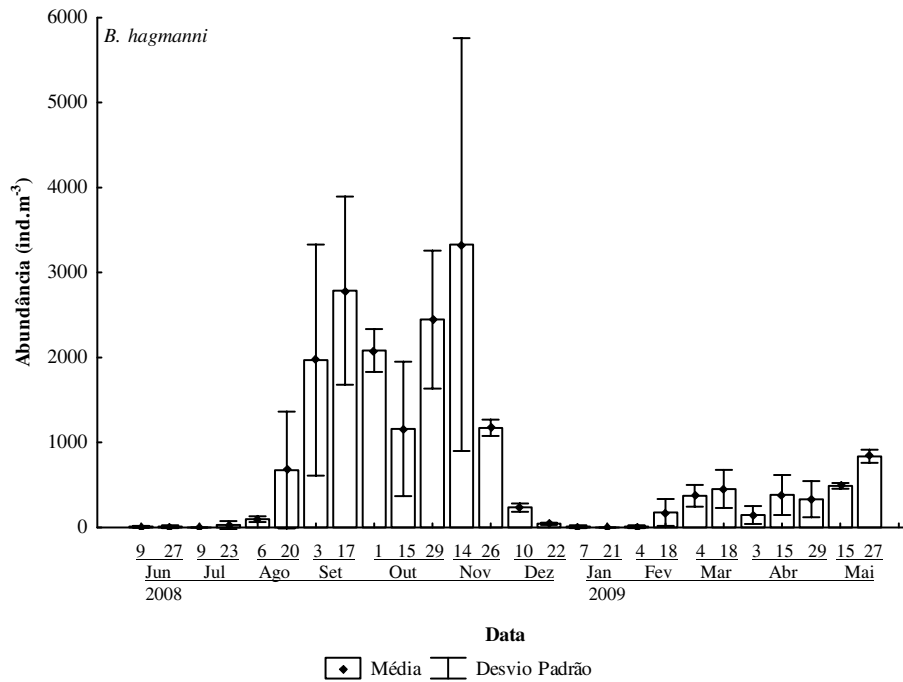


Figura 26. Abundância (média±desvio padrão) de *Bosmina hagdmani* na Lagoa do Camargo no período de junho de 2008 a maio de 2009.

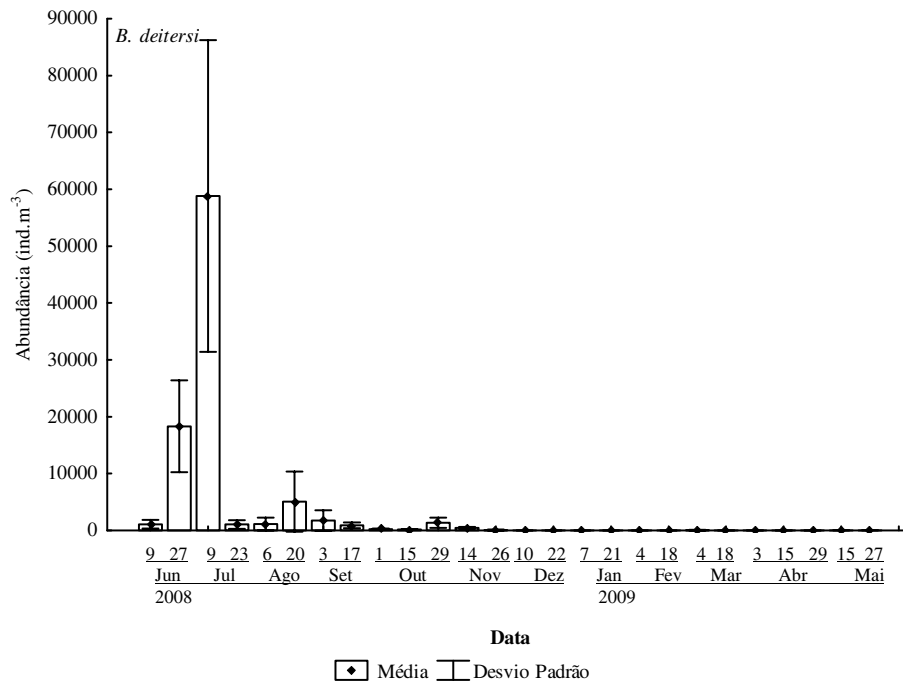


Figura 27. Abundância (média±desvio padrão) de *Bosminopsis deitersi* na Lagoa do Camargo no período de junho de 2008 a maio de 2009.

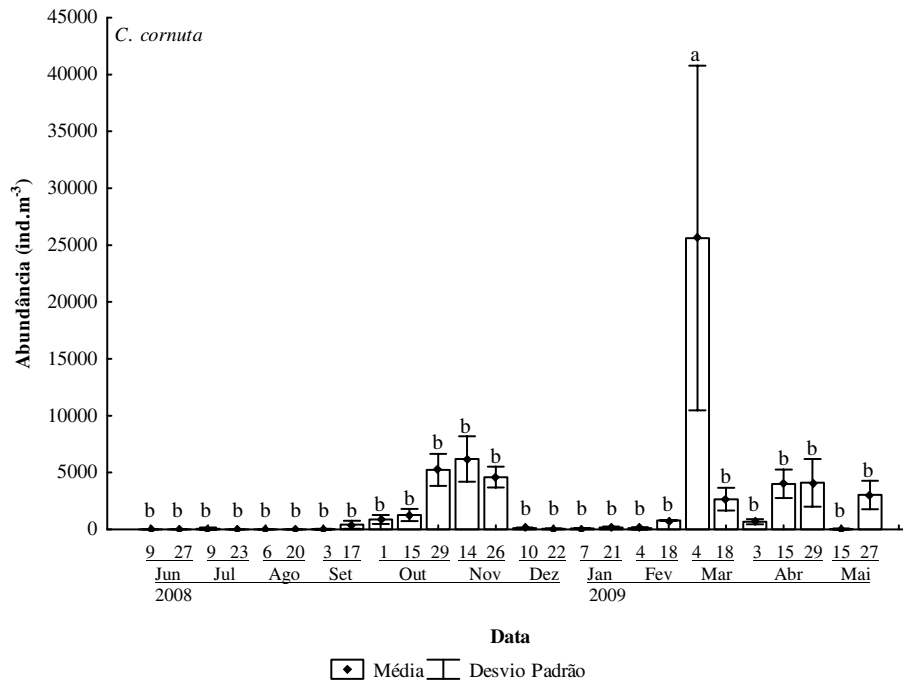


Figura 28. Abundância (média±desvio padrão) de *Ceriodaphnia cornuta* na Lagoa do Camargo no período de junho de 2008 a maio de 2009. Barras com ao menos uma letra em comum não diferem significativamente (Kruskal-Wallis complementado por Student-Newman-Keuls, $\alpha=5\%$).

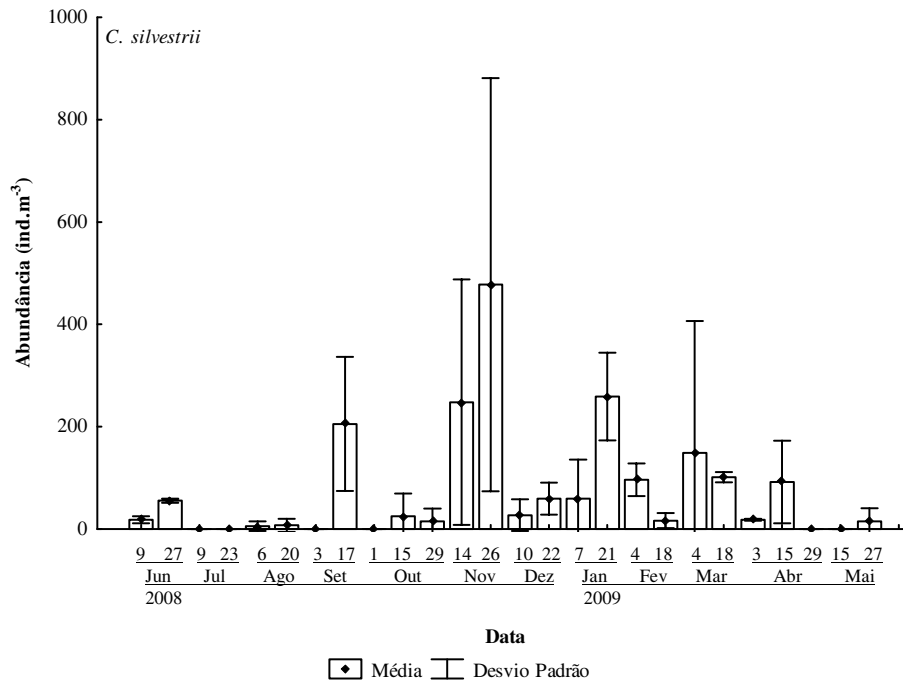


Figura 29. Abundância (média±desvio padrão) de *Ceriodaphnia silvestrii* na Lagoa do Camargo no período de junho de 2008 a maio de 2009.

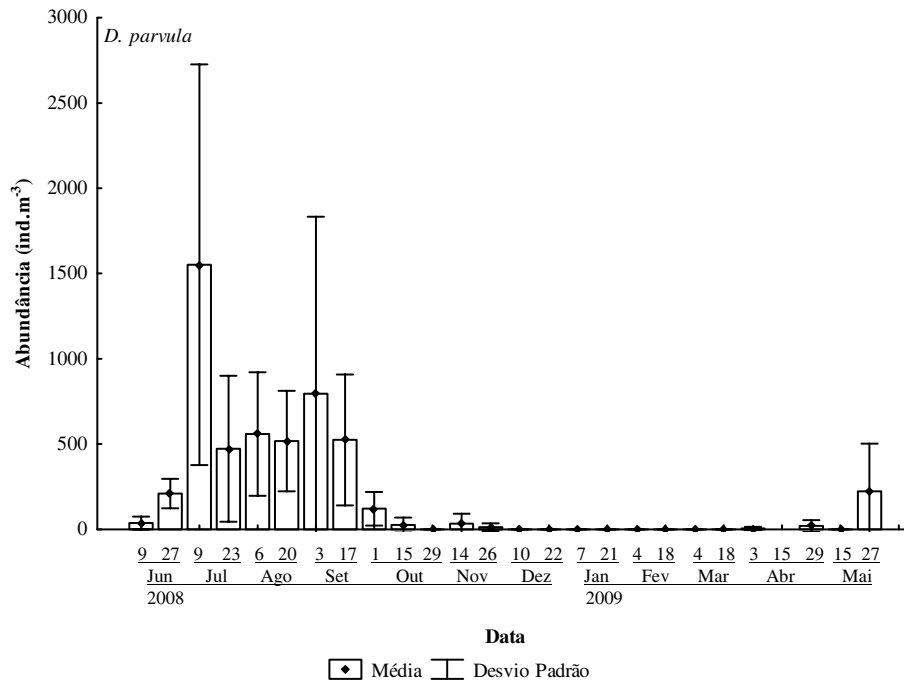


Figura 30. Abundância (média±desvio padrão) de *Daphnia parvula* na Lagoa do Camargo no período de junho de 2008 a maio de 2009.

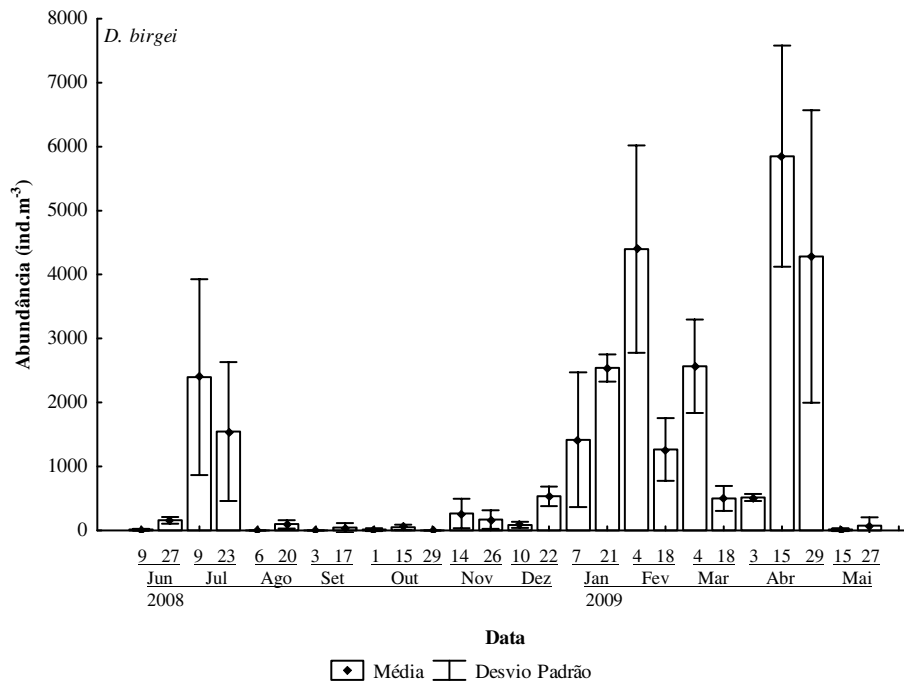


Figura 31. Abundância (média±desvio padrão) de *Diaphanosoma birgei* na Lagoa do Camargo no período de junho de 2008 a maio de 2009.

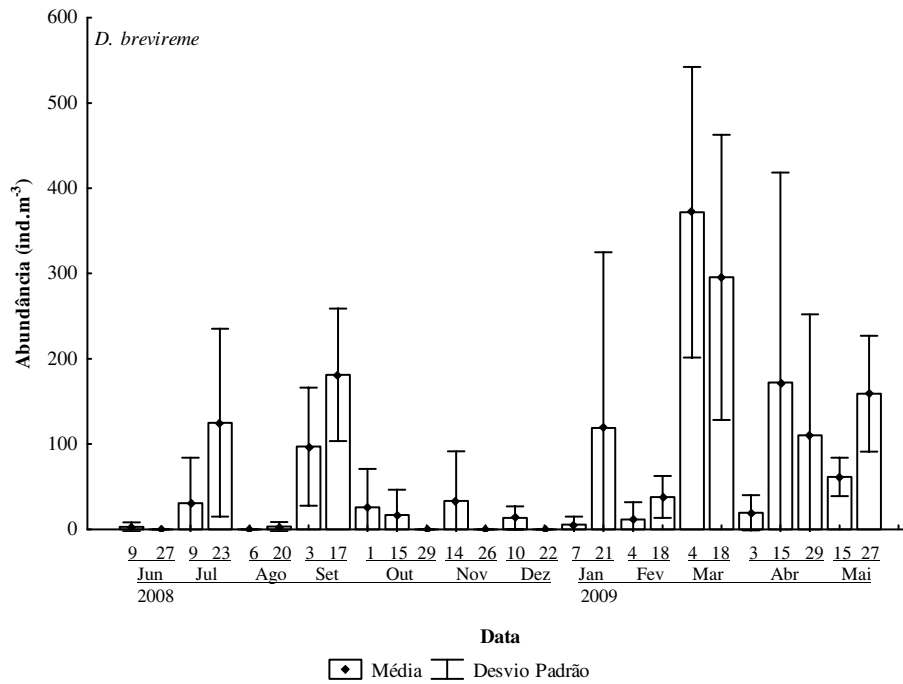


Figura 32. Abundância (média±desvio padrão) de *Diaphanosoma brevireme* na Lagoa do Camargo no período de junho de 2008 a maio de 2009.

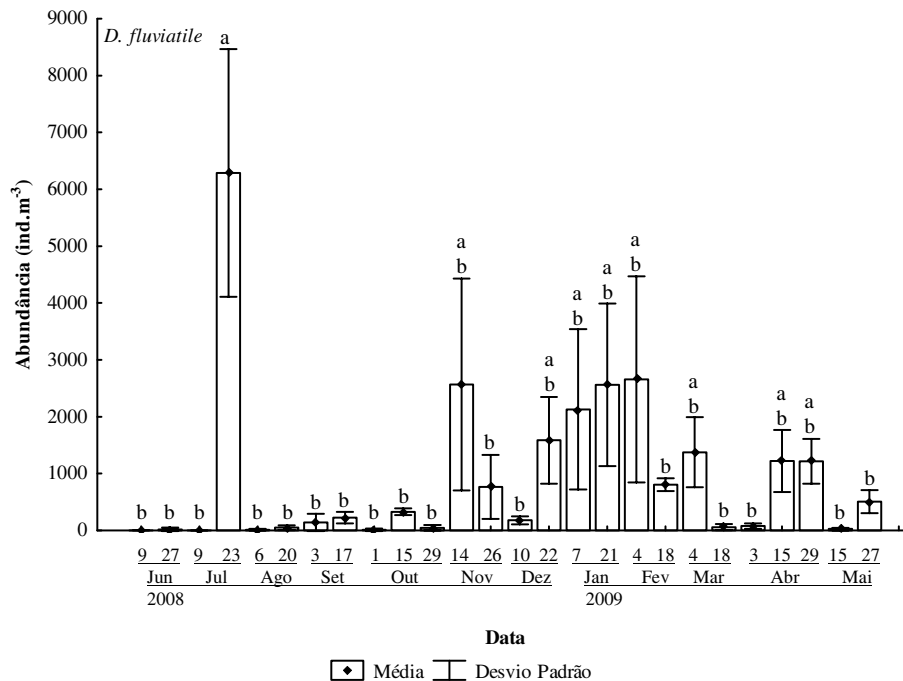


Figura 33. Abundância (média±desvio padrão) de *Diaphanosoma fluviatile* na Lagoa do Camargo no período de junho de 2008 a maio de 2009. Barras com ao menos uma letra em comum não diferem significativamente (Kruskal-Wallis complementado por Student-Newman-Keuls, $\alpha=5\%$).

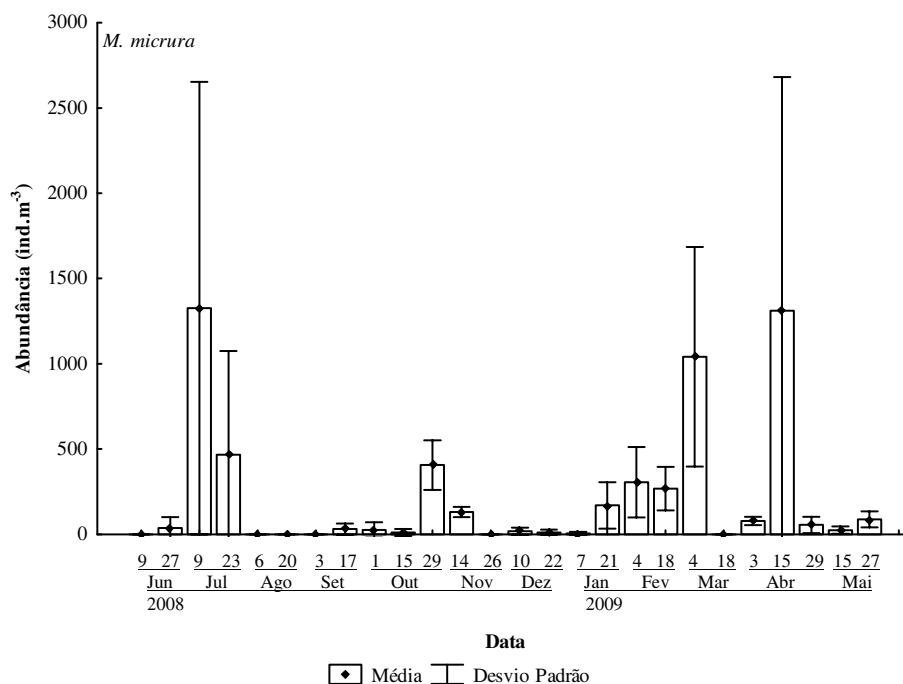


Figura 34. Abundância (média±desvio padrão) de *Moina micrura* na Lagoa do Camargo no período de junho de 2008 a maio de 2009.

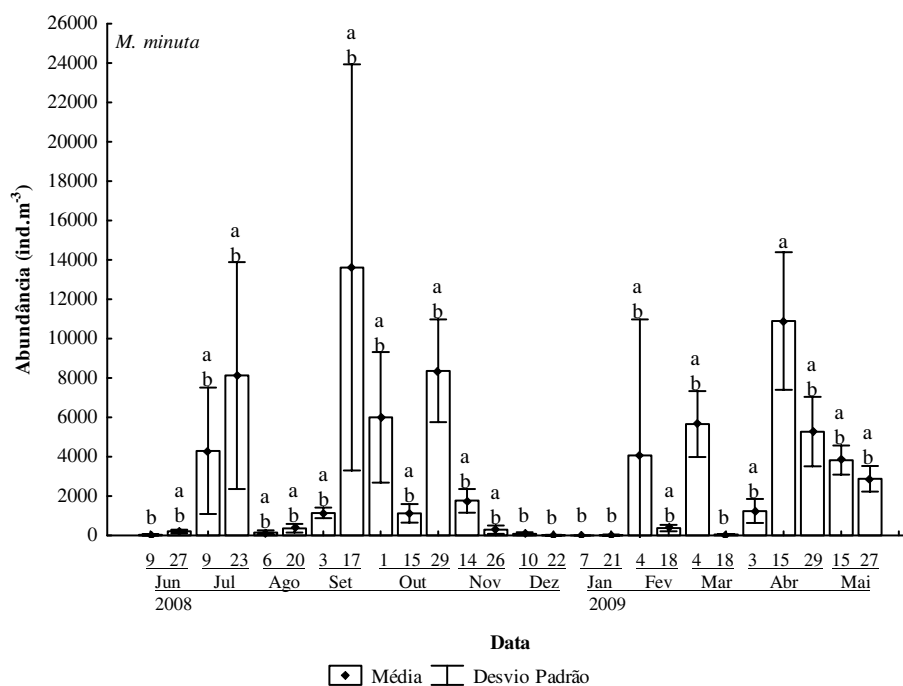


Figura 35. Abundância (média±desvio padrão) de *Moina minuta* na Lagoa do Camargo no período de junho de 2008 a maio de 2009. Barras com ao menos uma letra em comum não diferem significativamente (Kruskal-Wallis complementado por Student-Newman-Keuls, $\alpha=5\%$).

A análise da Figura 36 revela a contribuição relativa de cada espécie para a abundância total de Cladocera ao longo do estudo. No período de 9 de junho a 20 de agosto, *B. deitersi* apresentou maior abundância relativa; de 3 de setembro a 29 de outubro e de 3 de abril a 27 de maio, destacou-se *M. minuta*; de 15 de outubro a 26 de novembro e de 4 de março a 27 de maio, *C. cornuta* ocorreu com elevada abundância relativa, enquanto *D. fluviatile* e *D. birgei* o fizeram entre 22 de dezembro a 18 de fevereiro. A categoria Outros inclui espécies cujas abundâncias não atingiram 1% da abundância total de Cladocera no período analisado.

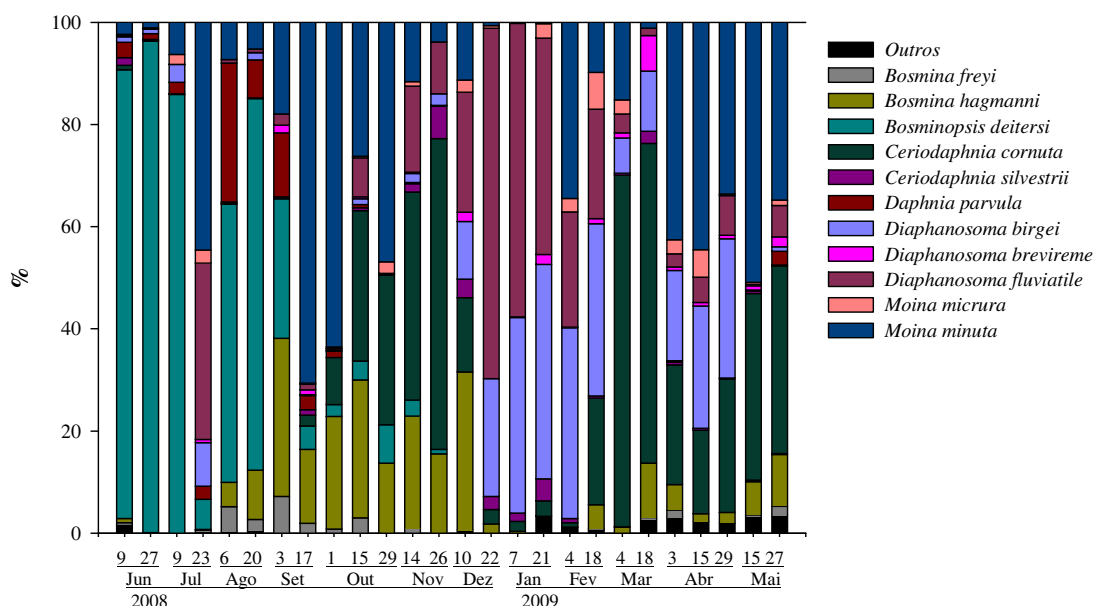


Figura 36. Abundância relativa (%) das espécies de Cladocera na Lagoa do Camargo no período de junho de 2008 a maio de 2009.

As Figuras 37 a 40 apresentam a curva de importância de espécies para as amostragens de 09 de junho a 17 de setembro de 2008, de 01 de outubro de 2008 a 07 de janeiro de 2009 e, de 21 de janeiro a 29 de abril de 2009, respectivamente. Nota-se a alternância de dominância entre *B. deitersi*, *M. minuta*, *B. hagdmani*, *C. cornuta*, *D. fluviatile* e *D. birgei*.

Em geral, as curvas apresentaram um grau de inclinação baixo a moderado, com exceção das amostragens dominadas por *B. deitersi*, caracterizadas por uma alta declividade entre o citado táxon e aquele com a segunda maior abundância, como no período de 09 de junho a 09 de julho de 2008. Neste período nota-se a redução da riqueza (16, 10 e 8 espécies, respectivamente) e o aumento notável na abundância de *B. deitersi*. Nas três curvas observa-se grande redução nas abundâncias entre *B. deitersi* e a espécie seguinte. A partir da terceira espécie mais abundante a curva exibe baixo grau de inclinação.

Baixas declividades foram obtidas nas curvas geradas para as coletas de 23 de julho, 17 de setembro, 1 e 29 de outubro e de 03 de abril a 15 de maio, com maior abundância de *M. minuta*, táxon que por mais vezes apresentou a maior abundância.

Em 06 e 20 de agosto, houve uma menor redução entre a espécie dominante, *B. deitersi* e os táxons seguintes, com maior riqueza e menor abundância deste bosminídeo que assume a segunda posição na curva de importância na coleta de 03 de setembro, seguindo *B. hagmanni* na curva de baixa declividade, representativa da abundância de 8 espécies. A espécie *B. hagmanni* apresenta a maior abundância em 10 de dezembro, cuja curva de importância de espécies exibe baixa declividade.

As curvas nas quais *C. cornuta* predominou apresentaram grau de inclinação relacionado à riqueza da comunidade, sendo menor em 15 de outubro, 14 de novembro, 18 de março e 27 de maio (com 11, 11, 16 e 14 espécies) e maior em 26 de novembro e 04 de março (com 8 e 10 espécies, respectivamente). No período entre 22 de dezembro e 21 de janeiro, a espécie mais abundante foi *D. fluviatile*. As curvas de importância mostraram declividade moderada e riquezas de 7, 9 e 8 táxons, respectivamente. Em 04 e 18 de fevereiro, outro Sididae, *D. birgei* assume esta posição de maior destaque em curvas de baixa declividade, com riquezas de 11 e 12 espécies, respectivamente.

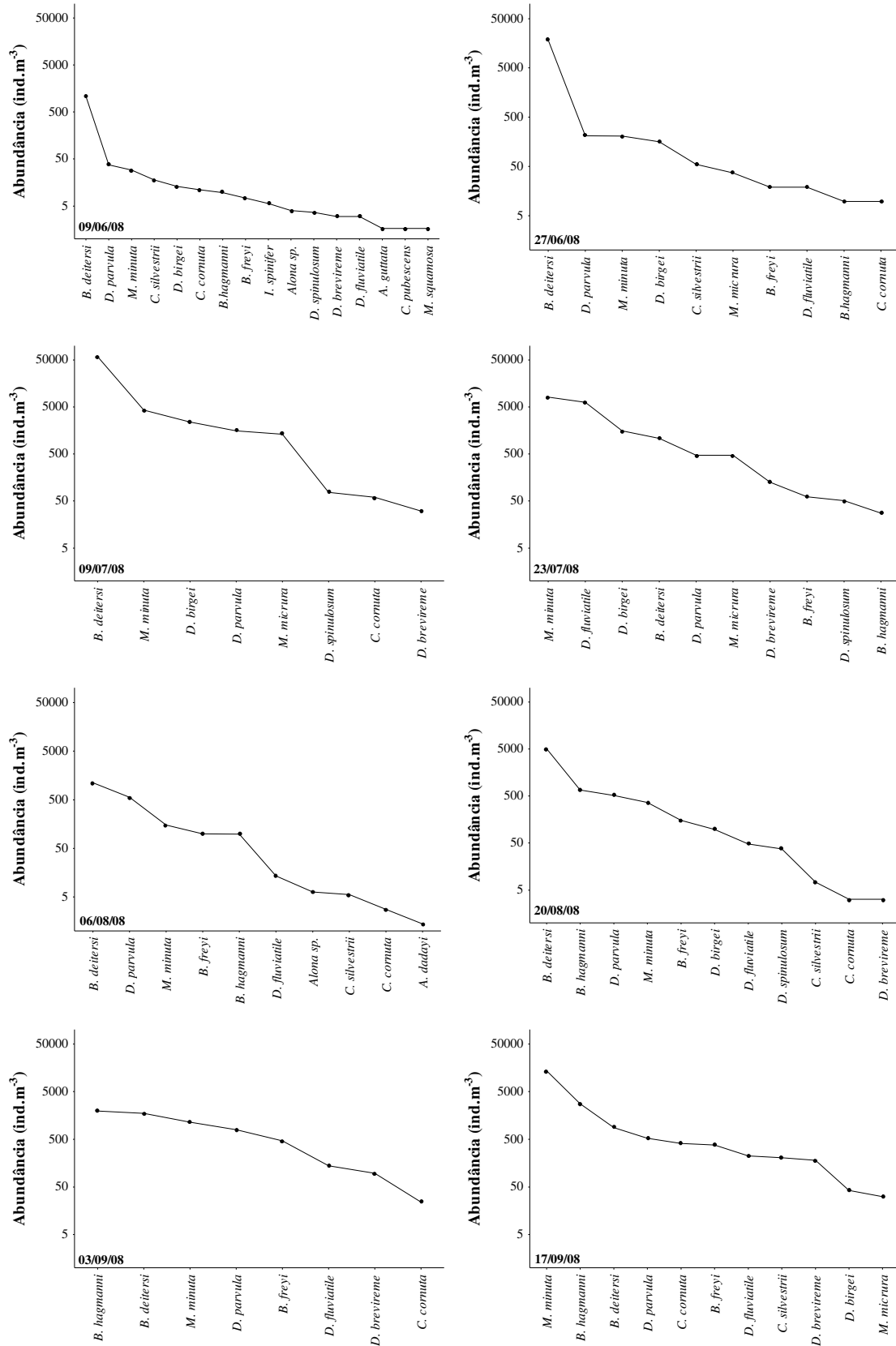


Figura 37. Curva de importância de espécies de Cladocera na Lagoa do Camargo no período de junho a setembro de 2008.

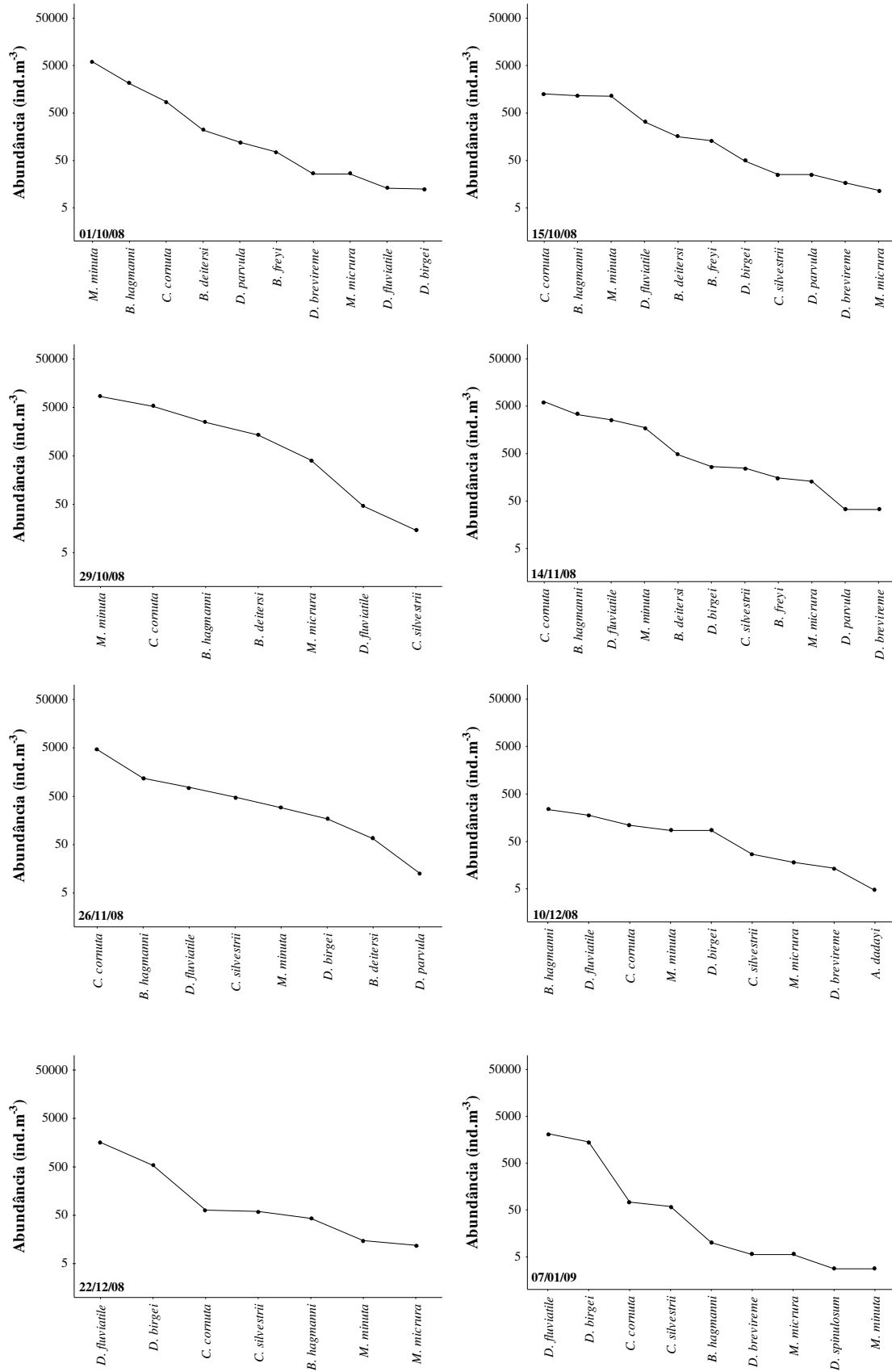


Figura 38. Curva de importância de espécies de Cladocera na Lagoa do Camargo no período de outubro de 2008 a janeiro de 2009.

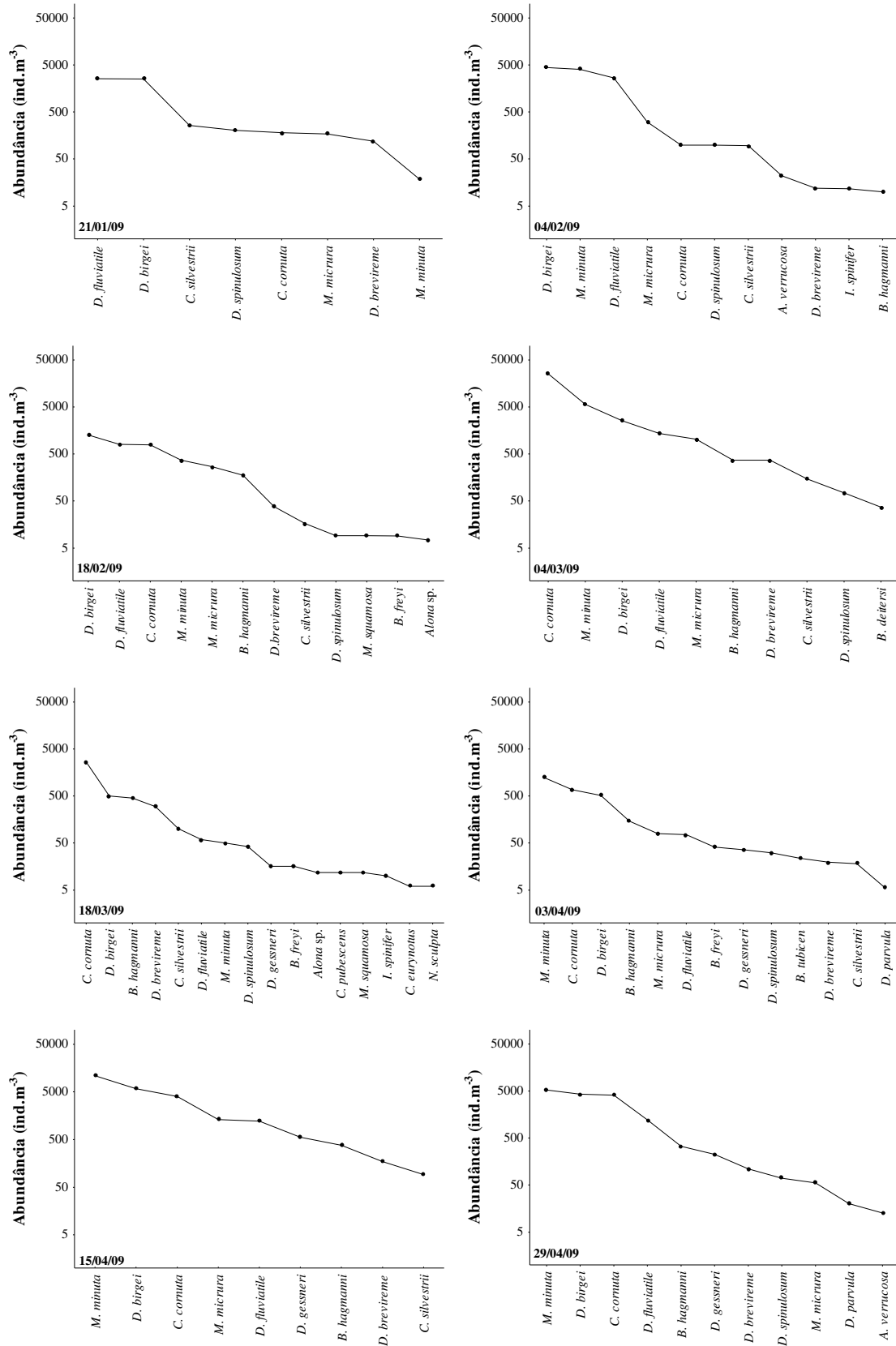


Figura 39. Curva de importância de espécies de Cladocera na Lagoa do Camargo no período de janeiro a abril de 2009.

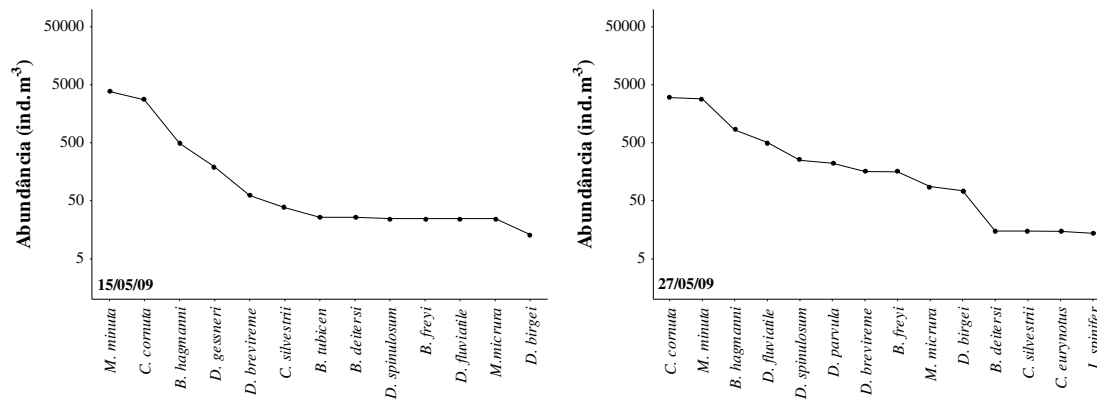


Figura 40. Curva de importância de espécies de Cladocera na Lagoa do Camargo em maio de 2009.

Os valores de diversidade (Índice de Shannon-Wiener) e uniformidade variaram de 0,445bits.ind⁻¹ a 2,54bits.ind⁻¹ e de 0,134 a 0,848 em 27 de junho e em 10 de dezembro de 2008, respectivamente (Figura 41). Tal diferença se deve, principalmente, a altíssima abundância de *B. deitersi* em relação às demais espécies de Cladocera em junho e uma distribuição mais homogênea das abundâncias dos diferentes táxons em dezembro, uma vez que não há uma notável disparidade na riqueza de espécies nos dois períodos.

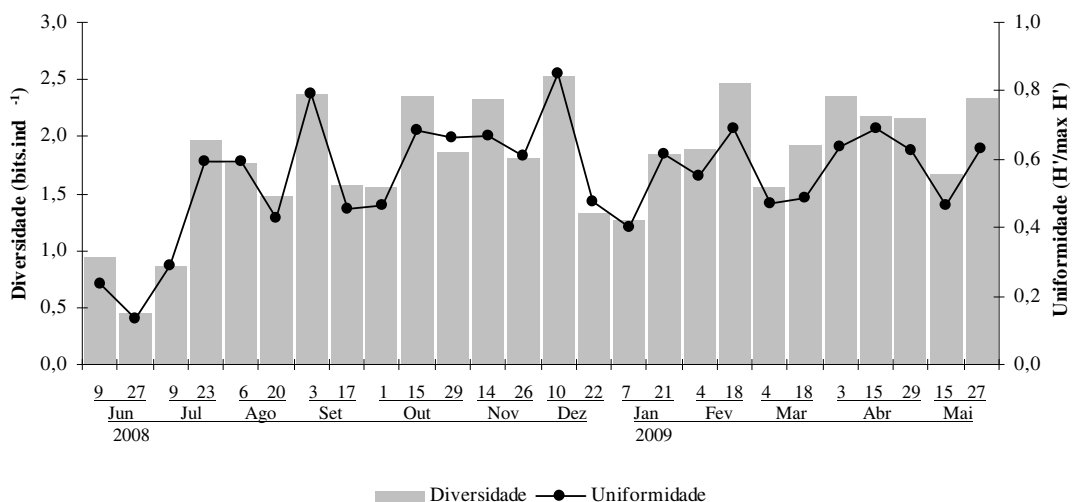


Figura 41. Diversidade e uniformidade da comunidade de Cladocera na Lagoa do Camargo no período de junho de 2008 a maio de 2009.

Os dados obtidos na Análise de Correlação de Spearman (r) entre valores de abundância das espécies mais abundantes e frequentes e fatores ambientais encontram-se representados na Tabela IV.

Optou-se por excluir da Tabela espécies (*C. cornuta*, *D. birgei*, *D. brevireme*, *M. micrura*), e fatores (temperatura da água, pH e nitrogênio) que não apresentaram quaisquer correlações estatisticamente significativas considerando-se o nível de significância de 5%.

A partir de tais resultados realizou-se uma Análise de Correspondência Canônica (ACC) entre as espécies mais abundantes e frequentes e os fatores ambientais com os quais foi demonstrada alguma correlação estatisticamente significativa (Figura 42). Objetivou-se, com esta análise, verificar a ordenação das abundâncias de cladóceros influenciada por tais fatores em um gradiente temporal.

A explicabilidade dos dados a partir dos 2 primeiros eixos atingiu 55%, sendo 45,3% no eixo 1 e 9,7% no eixo 2. Os fatores pluviosidade e oxigênio dissolvido foram excluídos da representação gráfica pelo próprio programa estatístico devido a sua menor influência na determinação da ordenação dos dados. Suas correlações com os 2 eixos principais encontram-se na Tabela V, bem como a correlação dos demais fatores ambientais e das espécies de Cladocera analisadas.

Assim como verificado na Análise de Componentes Principais, a distribuição de dados em relação ao primeiro eixo permite agrupá-los em 2 períodos de seca, relacionados à profundidade e volume da lagoa, nível do rio, transparência e condutividade, e um período chuvoso relacionado principalmente ao material em suspensão (total e suas frações), fósforo e pigmentos totais. Relacionaram-se fortemente ao período seco e variáveis ambientais correlacionadas, as espécies *D. parvula*, *B.*

deitersi e *B. freyi*, enquanto *C. silvestrii*, *D. birgei*, *C. cornuta*, *M. micrura* e *D. fluviatile* foram associadas ao período chuvoso.

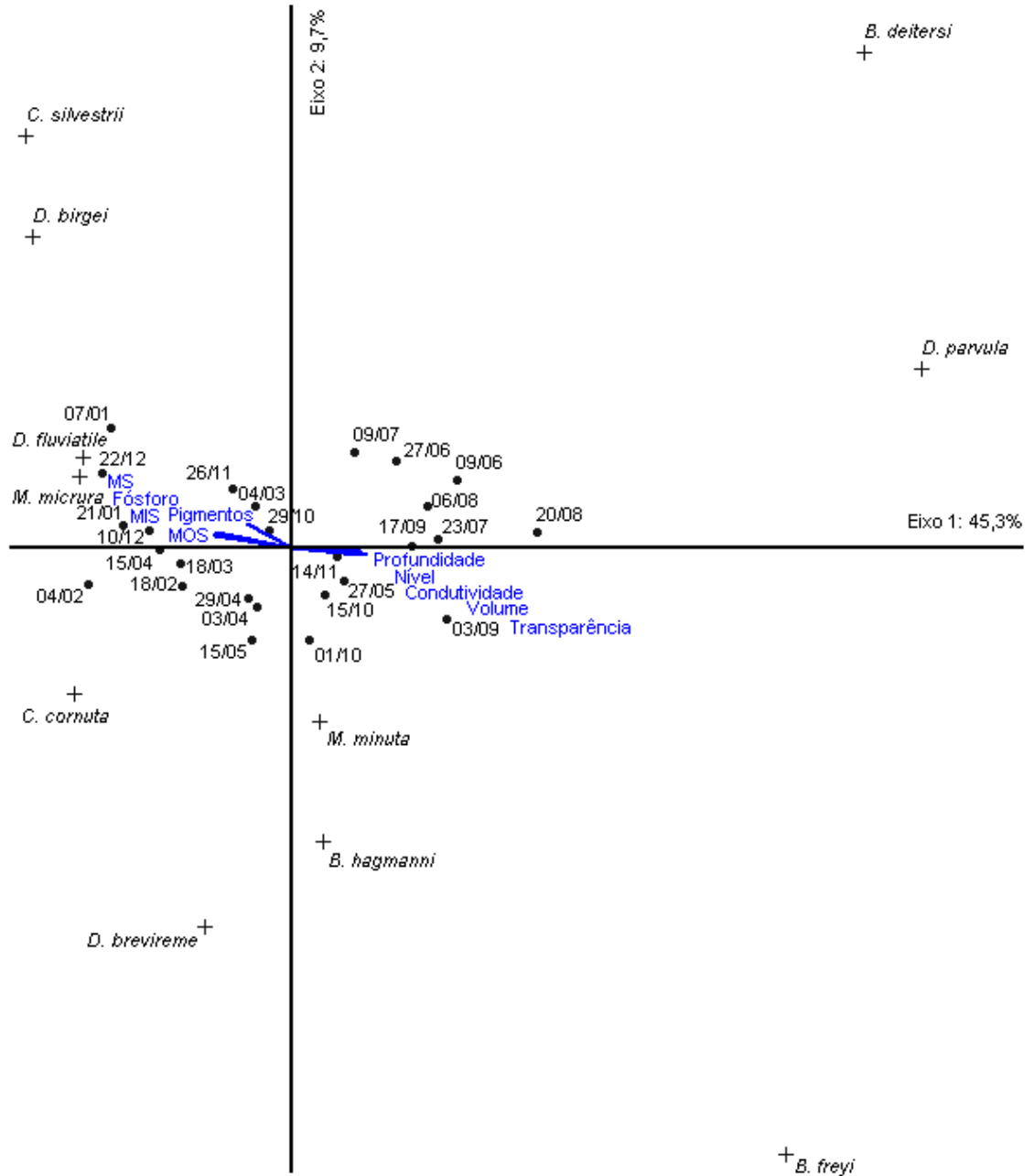


Figura 42. Representação gráfica dos resultados da Análise de Correspondência Canônica (ACC) entre a abundância das principais espécies de Cladocera e variáveis ambientais na Lagoa do Camargo no período de junho de 2008 a maio de 2009. Títulos das variáveis ambientais foram deslocados para melhor visualização. A correlação com os eixos encontra-se na Tabela V.

Tabela V. Correlações obtidas na Análise de Correspondência Canônica (ACC) das espécies de Cladocera e variáveis ambientais na Lagoa do Camargo no período de junho de 2008 a maio de 2009.

Espécies	Valores de r no 1º eixo	Valores de r no 2º eixo
<i>Bosmina freyi</i>	1,6378	-2,0119
<i>Bosmina hagmanni</i>	0,1058	-0,9763
<i>Bosminopsis deitersi</i>	1,8974	1,6480
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	-0,7211	-0,4821
<i>Ceriodaphnia silvestrii</i>	-0,8824	1,3674
<i>Daphnia parvula</i>	2,0921	0,5968
<i>Moina micrura</i>	-0,7036	0,2356
<i>Moina minuta</i>	0,0937	-0,5756
<i>Diaphanosoma birgei</i>	-0,8612	1,0348
<i>Diaphanosoma brevireme</i>	-0,2908	-1,2595
<i>Diaphanosoma fluviatile</i>	-0,6948	0,2981

Variáveis Ambientais	Valores de r no 1º eixo	Valores de r no 2º eixo
Condutividade	0,2291	-0,0164
Fósforo	-0,2556	0,0501
Material em Suspensão - MS	-0,2594	0,0475
MS-Fração Inorgânica	-0,2525	0,0396
MS-Fração Orgânica	-0,2514	0,0520
Nível do Rio	0,2243	-0,0061
Oxigênio Dissolvido	0,1591	0,0610
Pigmentos Totais	-0,1509	0,0792
Pluviosidade	-0,1432	0,0175
Profundidade	0,2101	-0,0125
Transparência	0,2507	-0,0208
Volume da Lagoa	0,2316	-0,0227

Tabela IV. Correlação de Spearman (r , $\alpha=0,05$) entre a abundância de espécies de Cladocera e fatores ambientais na Lagoa do Camargo no período de junho de 2008 a maio de 2009. P: pluviosidade, NF: nível fluviométrico, VL: volume da lagoa, PL: profundidade da lagoa, TDS: transparência - Disco de Secchi, MS: material em suspensão, MSFO: MS - fração orgânica, MSFI: MS - fração inorgânica, C: condutividade, OD: oxigênio dissolvido, PT: pigmentos totais, FT: fósforo total, ns: não significativo. Dados em vermelho correspondem a correlações estatisticamente significativas.

	P	NF	VL	PL	TDS	MS	MSFO	MSFI	C	OD	PT	FT
<i>Bosmina freyi</i>	r	-0,125	0,224	0,292	0,202	0,379	-0,51	-0,482	0,043	0,246	-0,385	-0,535
	p	ns	ns	ns	ns	ns	0,008	0,001	0,028	ns	ns	0,005
<i>Bosmina hagamanni</i>	r	-0,036	-0,211	-0,178	-0,219	0,09	-0,203	-0,149	0,376	0,158	-0,56	-0,003
	p	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,003	ns
<i>Bosminopsis deitersi</i>	r	-0,343	0,418	0,48	0,41	0,584	-0,536	-0,571	0,545	0,485	-0,29	-0,381
	p	ns	0,034	0,013	0,037	0,002	0,005	0,002	0,004	0,012	ns	ns
<i>Ceriodaphnia silvestrii</i>	r	0,536	-0,394	-0,437	-0,398	-0,501	0,52	0,415	-0,28	-0,002	0,37	0,578
	p	0,005	0,046	0,025	0,044	0,009	0,006	0,035	ns	ns	ns	0,002
<i>Daphnia parvula</i>	r	-0,488	0,448	0,506	0,428	0,588	-0,598	-0,63	0,566	0,335	-0,377	-0,649
	p	0,011	0,021	0,008	0,029	0,001	0,001	0,000	0,003	ns	ns	0,000
<i>Diaphanosoma fluviatile</i>	r	0,283	-0,488	-0,527	-0,516	-0,458	0,24	0,274	-0,253	-0,055	0,135	0,425
	p	ns	0,011	0,006	0,007	0,019	ns	ns	ns	ns	ns	0,03
<i>Moina minuta</i>	r	-0,279	0,236	0,226	0,251	0,352	-0,524	-0,493	0,539	-0,139	-0,566	-0,257
	p	ns	ns	ns	ns	ns	0,006	0,005	0,004	ns	0,002	ns

4. Discussão

Através da distribuição dos dados pluviométricos verificou-se a nítida distinção de uma estação seca, marcada pela ausência, baixa frequência e intensidade pluviométrica (de junho a setembro de 2008, com retorno dessas mesmas características em abril e maio de 2009) e de um período chuvoso (de outubro de 2008 a março de 2009), com episódios de precipitação coincidentes ou próximos as datas de amostragem.

Transcorreu-se um intervalo de cerca de três meses para que as variações pluviométricas provocassem efeitos notáveis sobre a variação do nível do Rio Paranapanema, da profundidade e do volume da lagoa, provavelmente devido ao efeito atenuador da vazão excedente de água proveniente da bacia de drenagem, após saturação dos solos e infiltração e do efeito provocado pelas massas de água do reservatório a jusante, de Jurumirim, sobre pulsos hidrológicos que poderiam ocorrer na região (HENRY et al., 2005).

Tal efeito já havia sido observado por MOSCHINI-CARLOS et al. (1998) a partir do registro de relação inversa entre a pluviosidade e o nível fluviométrico, bem como por HENRY et al. (1999), que notaram que picos múltiplos de descarga do Rio Paranapanema, ocorridos entre 1992 e 1993 em área 60km a montante da região em estudo, e indicativos de recorrentes inundações, não provocavam oscilações de conexão/desconexão das lagoas laterais.

A Lagoa do Camargo e o Rio Paranapanema mantiveram sua conexão durante todo o período de coletas do presente trabalho, sendo registrada uma variação muito pequena para o nível fluviométrico e profundidade da lagoa, com amplitude de cerca de dois metros em seus valores extremos.

Tal padrão de variação do nível do rio foi apontado como recorrente durante a maior parte dos 10 anos de leituras, em uma recente revisão, envolvendo atributos das

comunidades planctônicas nas lagoas dos Cavalos, do Coqueiral e do Camargo e sua relação com este fator ambiental (HENRY et al., 2011).

Os autores analisaram o histórico de variações da cota do Reservatório de Jurumirim, apontando poucos episódios (1999/2000, 2002, 2006 e 2007), nos quais foram baixas o bastante para promover a desconexão das lagoas laterais estudadas. Entre outubro de 1999 a dezembro de 2000, um período longo de estiagem severa e de desconexão dos corpos d'água teve como consequência a redução em volume, fragmentação e extinção das lagoas do Camargo, do Coqueiral e dos Cavalos, respectivamente.

O padrão de variação anual nos fatores físicos, químicos e biológicos na Lagoa do Camargo foi relacionado, em estudos anteriores da distribuição temporal de Cladocera, à mudanças no nível hidrométrico que levaram a desconexão prolongada em virtude de seca severa (PANARELLI, 2004) e a temporária perda da conectividade superficial, pelo período de quatro meses (MORTARI, 2009), entre a lagoa e o Rio Paranapanema.

Segundo HENRY (2005), com exceção do período de seca severa e prolongada, o Rio Paranapanema e suas lagoas laterais comportaram-se como corpos d'água em potamofase, sendo a conectividade entre os mesmos mantida durante todo o ano, havendo apenas uma variação temporal na magnitude desta associação, medida em termos de nível da água, área e volume das lagoas.

Em lagoas laterais conectadas a um rio em potamofase, fatores externos como a pluviosidade, o pulso hidrológico do rio e o controle de sua vazão pelo reservatório, desempenham um papel predominante no controle da dinâmica de populações e processos ecológicos (HENRY et al., 2011). Devem ser utilizados como variáveis independentes de caráter regional para explicar mudanças locais na complexidade do

ecossistema, como por exemplo, alterações da riqueza e abundância das comunidades que nele se inserem (NEIFF, 2003).

Tais variáveis ambientais em caráter regional assumiriam um papel fundamental no comportamento dos atributos das comunidades bióticas devendo ser adicionados ou sobrepostos a fatores ambientais locais (FRUTOS, 1996; NEIFF, 2003). Estes envolveriam área e profundidade, acidez da água, concentração de nutrientes, toxinas, produtividade primária, predação e competição (COTTENIE & DE MEESTER, 2003), inerentes somente a lagoa em estudo. Destaca-se, portanto, a importância da conectividade e seus fatores moduladores como controladores da composição, riqueza e abundância do zooplâncton em ambientes lacustres (COTTENIE & DE MEESTER, 2003).

Notou-se uma estreita relação positiva entre riqueza de Cladocera com o nível do Rio Paranapanema, o volume e a profundidade da Lagoa do Camargo. O aumento na riqueza deve-se, provavelmente, à atuação da entrada de água do rio, com a elevação dos níveis fluviométricos, na lavagem (“washout”) das macrófitas e carreamento da fauna associada às mesmas para os pontos de amostragem. Um aumento na riqueza específica de Cladocera mediante a contribuição de organismos fitófilos foi registrado nas lagoas Figueira, Clara e Canal do Meio, na planície de inundação do alto rio Paraná (CAMPOS et al., 1996).

Na Lagoa do Camargo, as famílias Macrothricidae e Ilyocryptidae foram representadas por poucas espécies, de ocorrência rara ao longo das amostragens, estando associadas ao aumento do nível fluviométrico. A família Chydoridae foi registrada ao longo de quase todo o período de estudo, incluindo espécies de ocorrência rara e acessória. Foi a família mais representativa em riqueza no período, registrando-se valores elevados também associados a níveis fluviométricos mais altos.

Como esperado, foram consideradas constantes as espécies essencialmente pelágicas das famílias Sididae, Moinidae, Daphniidae e Bosminidae, tendo em vista a localização das estações de coleta.

CASTILHO-NOLL et al (2010) também assumiram a possibilidade do carreamento de microcrustáceos da zona litorânea para a pelágica em pequenos reservatórios da região noroeste do estado de São Paulo. Neste local, a remoção de Cladocera seria devido à maior turbulência da água durante o período chuvoso. Este fator foi responsável pela grande similaridade encontrada entre as comunidades de Cladocera das duas zonas no período.

O aumento da riqueza associado a um incremento do nível fluviométrico é justificado também pela potencial importação da fauna do rio promovida pela maior conectividade entre os corpos d'água. Tal importação justificaria, por exemplo, a elevada riqueza de Cladocera e Copepoda encontrada por ESPÍNDOLA et al. (1996) em uma área mais próxima a conexão com o Rio Paraguay em relação a estações de amostragem mais distantes e a maior riqueza de Rotifera em lagoas conectadas em relação às isoladas na planície de inundação do alto rio Paraná registrada por AOYAGUI & BONECKER (2004).

Segundo WARD et al. (1999), em planícies de inundação, com o aumento da distância do canal principal do rio ocorre a atenuação do pulso hidrológico e redução da influência da fauna de origem lótica, tendo como consequência o decréscimo da riqueza de espécies.

O aumento da riqueza planctônica durante períodos de elevado nível hidrométrico na planície de inundação do alto rio Paraná foi relacionado por LANSAC-TÔHA et al. (2009) ao incremento no número de habitats disponíveis devido a inundação da várzea, incorporação das espécies bentônicas e perifíticas na comunidade

pelágica pelo efeito de lavagem e a contribuição das espécies oriundas de outros ambientes que estavam isolados durante a limnofase.

A relação entre a riqueza de espécies zooplancônicas e a conectividade das lagoas laterais ao Rio Paranapanema foi abordada em diversos estudos, obtendo-se diferentes respostas. Assumindo-se a existência de um gradiente de conectividade ao rio entre as lagoas dos Cavalos (isolada), do Camargo e do Coqueiral (conectadas), HENRY (2003) verificou que não houve uma diferença substancial na riqueza entre a lagoa isolada e aquela com maior grau de conexão com o rio.

MARTINS & HENRY (2004) constataram a ocorrência de uma relação negativa entre a riqueza zooplancônica e a conectividade, registrando um maior número de táxons na Lagoa dos Cavalos, fato atribuído pelos autores à maior estabilidade hidrológica e menor susceptibilidade a distúrbios, conferidas a este ambiente pela ausência de conexão superficial com o rio.

CASANOVA et al. (2009) verificaram uma maior riqueza de rotíferos na Lagoa do Coqueiral em relação a do Camargo, com a recuperação de sua conectividade com o rio, após o evento de seca prolongada. Uma relação positiva entre o número de táxons registrados e a magnitude da conexão entre os corpos d'água foi atribuída a possível ocorrência de importação da fauna lótica.

DE NADAI & HENRY (2009) e HENRY et al. (2011) atribuíram este aumento (em cerca de 100%) da riqueza de Rotifera na Lagoa do Coqueiral após a recuperação da conectividade à “lavagem” e transporte da fauna associada a macrófitas, eclosão de ovos de resistência, maior disponibilidade de alimentos (detritos e matéria orgânica em suspensão), mas principalmente a introdução de espécies provenientes do canal do rio. Segundo os autores, a importação de espécies de origem lótica seria justificada com

base em amostragens prévias de zooplâncton que revelaram riqueza mais elevada no canal do rio, cerca de 2,7 vezes maior do que aquela encontrada na lagoa em estudo.

Destaca-se também a importância das lagoas laterais na manutenção da diversidade zooplanctônica de rios. Ao avaliar a distribuição longitudinal de Copepoda na zona de transição entre o Rio Paranapanema e o Reservatório de Jurumirim e nas lagoas do Camargo e do Coqueiral, CASANOVA & HENRY (2004) afirmaram que variações no nível da água conduzem a trocas intensas na fauna de microcrustáceos entre as zonas limnéticas e litorâneas em ambientes lacustres e entre lagoas, canais e rios, havendo influência mútua sobre a riqueza entre corpos d'água lóticos e lênticos associados.

No presente estudo, não foram realizadas amostragens no canal do rio que permitissem inferir tal transporte e/ou movimentação da fauna de Cladocera. No entanto, estudos anteriores, envolvendo sua distribuição na zona de desembocadura do Rio Paranapanema, incluindo a entrada da Lagoa do Camargo, permitiram constatar maior riqueza de cladóceros no canal do Rio Paranapanema (CASANOVA, 2000; PANARELLI, 2004). Isto permite aventar a possibilidade do incremento da riqueza de Cladocera na Lagoa do Camargo via importação do ambiente lótico.

Além da importação de organismos oriundos do canal do rio, estudos prévios da comunidade de Cladocera na Lagoa do Camargo, assim como também observado no presente trabalho, assumem que variações da riqueza de espécies podem ser associadas à incorporação da fauna associada à macrófitas em períodos de maior nível fluviométrico e conexão dos corpos d'água e a alterações das condições ambientais inerentes a própria lagoa como o material em suspensão na água e grau de trofia (MORTARI, 2009; PANARELLI, 2004).

No presente estudo, a influência da pluviosidade e das variações do nível do rio sobre demais fatores ambientais também pode ser observada mediante a análise das variações na transparência e material em suspensão. Notou-se no período chuvoso uma maior concentração de material em suspensão total e suas frações orgânica e inorgânica e conseqüente menor transparência da água.

De acordo com MOSCHINI-CARLOS et al. (1998), a precipitação pode levar à inundação das margens da lagoa e ao aporte de material proveniente do canal do rio, aumentando o teor de material em suspensão e, conseqüentemente, reduzindo a transparência da água. Deve-se considerar ainda a ação do vento, que ocasiona a circulação constante e ampla da coluna d'água em ambientes rasos sob condições de isotermita, ressuspensão de sedimento do fundo, com aumento na quantidade de material em suspensão (FRUTOS, 1996; HENRY, 2009).

MOSCHINI-CARLOS et al. (1998) caracterizaram a Lagoa do Camargo como polimítica, com formação de microestratificações térmicas, principalmente no período da tarde e isotermita pela manhã devido a sua baixa profundidade. No presente trabalho, medidas de temperatura foram sempre tomadas durante o período da manhã, registrando-se, de maneira geral, isotermita ou variações muito leves de temperatura ao longo de toda a coluna d'água, não havendo, ao menos do ponto de vista térmico, um impedimento à circulação total da água com potenciais conseqüências na suspensão do sedimento, transparência e distribuição de nutrientes.

Variações no teor de material em suspensão total e inorgânico e da transparência da água decorrentes, principalmente, do regime de chuvas na região parecem promover pequenas alterações na abundância de Cladocera. Os mais baixos valores de abundância foram coincidentes com os picos no material em suspensão e menores valores de

transparência da água, que ocorrem no período de maior incidência de chuvas, excetuando-se espécies da família Sididae e Moinidae.

De acordo com PANARELLI et al. (2010), o fluxo de água do rio e a precipitação pluviométrica promovem a introdução de material em suspensão e nutrientes em lagos marginais que podem produzir diferentes respostas na comunidade planctônica, sendo difícil deduzir se os pulsos hidrológicos estimulam ou inibem a produtividade de cladóceros em ambientes lênticos laterais.

Altas concentrações de material em suspensão podem reduzir a eficiência de ingestão de algas por cladóceros, bloqueando o aparato respiratório e locomotor (BOZELLI, 1998). Indiretamente, pelo decréscimo na penetração de luz, atua como fator limitante da produção algal, como verificado por HART (2004) em reservatórios em cascata sul-africanos.

Entretanto, o aumento no material em suspensão pode estar atrelado à elevada concentração de nutrientes disponíveis na coluna d'água, estimulando a produção primária, alterando sua quantidade e qualidade, levando, por exemplo, à ocorrência de blooms de Cyanophyceae (PANARELLI et al., 2010). Deve-se considerar ainda a que o material em suspensão pode conter partículas orgânicas ou estar associado a bactérias, utilizadas com sucesso pelos cladóceros em sua alimentação, promovendo o incremento na sua densidade como apontado por ESPÍNDOLA et al (1996) para a Lagoa Albuquerque, no Pantanal Matogrossense.

De acordo com CARVALHO (1983), as partículas sólidas em suspensão parecem afetar diferentemente as diversas populações de Cladocera, segundo sua seletividade de filtração e dieta, alterando a composição em espécies e, dessa forma, a riqueza da comunidade.

Segundo NEVES et al. (2003), em lagos isolados a estação seca é caracterizada pela grande estabilidade e disponibilidade de alimentos devido a produção e decomposição elevada de matéria orgânica, aumentando a abundância zooplanctônica. Por outro lado, em ambientes submetidos a inundações periódicas, elevada densidade zooplanctônica ocorre após o estabelecimento da conexão com o rio que promove aumento de disponibilidade de alimentos via introdução de nutrientes e material de origem alóctone.

Alterações na densidade de cladóceros durante o período de seca extrema na Lagoa do Camargo e após reconexão com o Rio Paranapanema foram associadas a variações no nível da água, da conectividade e volume da lagoa (PANARELLI, 2004).

A progressiva redução do nível hidrométrico levou ao aumento da concentração de material em suspensão, condutividade e clorofila, sendo registrados blooms de Cyanophyceae, típicos do estado eutrófico. Abundância zooplanctônica elevada foi relacionada ao efeito de concentração no período de seca extrema. Com a reconexão, o aumento do nível da água do Rio Paranapanema levou a submersão da vegetação e a sua decomposição, provocando uma acidificação da água, um consumo do oxigênio, uma diminuição do material em suspensão e um efeito de diluição na densidade da fauna zooplanctônica (PANARELLI, 2004).

MORTARI (2009) também evidenciou relação direta entre a densidade total de zooplâncton com o volume da Lagoa do Camargo em um ano com curto período de desconexão do rio. No entanto, ao contrário do que foi observado no período de seca prolongada, a redução contínua do volume da lagoa foi acompanhada inicialmente pela diminuição na densidade zooplanctônica devido ao aumento da ressuspensão de sedimento e turbidez e a conseqüente diminuição da penetração da luz e da produção primária. Registro similar foi relatado por FRUTOS (1996) para a Lagoa Turbia, na

confluência dos rios Paraná e Paraguay (Argentina). A elevação da abundância por efeito de concentração da biota veio a ocorrer, porém somente no final do período de limnofase da lagoa.

A recuperação da conectividade hidrológica promoveu um efeito de diluição sobre a comunidade zooplancônica na Lagoa do Camargo. ESPÍNDOLA et al. (1996) também registraram a ocorrência de efeito de diluição sobre a comunidade zooplancônica no período de cheia na Lagoa Albuquerque, inserida no sistema do Pantanal Matogrossense. Segundo os autores, baixa abundância do zooplâncton poderia ser também atribuída à diminuição da disponibilidade alimentar (qualitativa e quantitativa) e à exportação de organismos.

No presente trabalho, a conexão permanente e as variações hidrométricas muito pequenas entre lagoa e rio associados não determinaram efeitos evidentes de diluição e/ou concentração sobre a biota planctônica. Contudo, estas variações afetaram a qualidade da água, principalmente a transparência e o teor de material em suspensão. Diferenças nesses fatores alteraram a abundância total de cladóceros e conferiram um padrão de variação espécie-específico à densidade de cada táxon.

As curvas de importância de espécies e a representação gráfica da uniformidade e do Índice de diversidade de Shannon permitiram mostrar variações na diversidade de Cladocera na Lagoa do Camargo durante o período de estudo.

Revelou-se, de uma forma geral, a manutenção de valores intermediários a relativamente baixos de diversidade em comparação com a diversidade máxima estimada em cada amostragem e uma alternância de dominância em número de indivíduos, envolvendo poucos táxons essencialmente pelágicos das famílias Bosminidae, Moinidae e Sididae.

Os menores valores de uniformidade e diversidade foram registrados principalmente nas três primeiras amostragens e atribuídos a altíssima abundância relativa (superior a 90%) de *B. deitersi* em relação aos demais táxons registrados. Esta abundância se deve, provavelmente, a condições ambientais mais adequadas encontradas no período que incluiu baixos valores de material em suspensão e alta transparência da água. A alta riqueza na primeira amostragem revela a ocorrência de um alto número de táxons que, no entanto, apresentaram baixa representatividade em termos de abundância.

PANARELLI (2004) registrou elevados valores da diversidade e uniformidade, com uma redução marcante em consequência da elevação da densidade de *C. cornuta rigaudi*, em mês subsequente à eutrofização do ambiente ocorrida no período de isolamento da Lagoa do Camargo. A autora destacou correlação negativa significativa entre algumas espécies de Cladocera e variáveis ambientais como a concentração do material em suspensão e clorofila-a, provavelmente relacionadas à ocorrência do alto florescimento de cianofíceas no final do período de limnofase, que pode ter desfavorecido várias espécies filtradoras.

Por sua vez, MORTARI (2009), obteve valores superiores a $2,0\text{bits.ind}^{-1}$ no índice de diversidade de espécies de Cladocera, exceto num mês, quando a baixa diversidade de espécies foi associada a elevada abundância de populações do gênero *Ceriodaphnia*. O autor relacionou a variação do índice de diversidade às alterações hidrológicas da Lagoa Camargo, caracterizando-as como um possível distúrbio intermediário (CONNELL, 1978), capaz de induzir a uma alta diversidade específica.

A conectividade hidrológica, determinando um pulso no nível da água, já foi apontada em estudos anteriores como um potencial distúrbio intermediário capaz de

induzir a biodiversidade máxima em ecossistemas laterais a um rio (BORNETTE et al., 1998; WARD et al., 1999).

Entretanto, como destacado por PANARELLI (2004), nem todos os autores consideram o pulso de inundação como um distúrbio intermediário, por se tratar de um evento comum, cíclico e recorrente. Segundo HENRY (2005), as alterações sazonais da variação do nível do Rio Paranapanema na zona de desembocadura no Reservatório de Jurumirim promovem pulsos laterais de pequena intensidade que não podem ser considerados como distúrbios atuando sobre as lagoas do Camargo e do Coqueiral.

A pequena amplitude de variação do nível da água ocorrida no presente trabalho, em comparação com estudos anteriores envolvendo um período prolongado de seca (PANARELLI, 2004) ou um mais curto período de desconexão da Lagoa do Camargo (MORTARI, 2009), determinando a obtenção de menores valores de diversidade de Cladocera.

As grandes alterações hidrológicas sofridas ao longo do tempo pela Lagoa do Camargo em função da variação de seu grau de conectividade com o Rio Paranapanema registradas nos estudos anteriores e no presente trabalho não modificaram de forma drástica o padrão de alternância de dominância entre espécies.

A análise das curvas de importância de espécies, da variação temporal da densidade dos táxons mais representativos em termos de abundância, de sua associação com os fatores ambientais, segundo os resultados das análises de Correlação de Spearman, de Componentes Principais e de Correspondência Canônica, permitiu caracterizar a distribuição temporal de Cladocera na Lagoa do Camargo, bem como apontar fatores determinantes ou de influência sobre tal distribuição.

Contudo, a variação de alguns fatores ambientais não resultou em correlações com a abundância de cladóceros, ao menos segundo o nível de significância considerado, como a temperatura da água, o pH e a concentração de nitrogênio total.

Por tratar-se de um ambiente aquático tropical-subtropical, a Lagoa do Camargo apresentou somente leves variações de temperatura média da água, não atingindo valores limitantes à ocorrência de espécies ou determinantes de sua abundância. Os mais altos valores foram registrados no período chuvoso.

Ao final deste período, foram registrados os menores valores de pH da água, atribuídos à degradação do material alóctone introduzido para o interior da lagoa e da vegetação terrestre de entorno da mesma, promovida, por sua vez, pela maior incidência de chuvas (MOSCHINI-CARLOS et al, 1998; MARTINS & HENRY, 2004).

A ação das chuvas na perturbação do sedimento, bem como na introdução de material alóctone pode ser associada à elevação na disponibilidade de nutrientes na coluna d'água e do grau de trofia da lagoa (HENRY et al., 2011).

GRANADO & HENRY (2012) verificaram que, apesar da operação do reservatório causar modificações no regime hidrológico do rio, alterações no padrão de variação dos fatores abióticos da água no Rio Paranapanema e nas lagoas conectadas, do Camargo e do Coqueiral, durante o período de cheia são comparáveis aos descritos para planícies de inundação. De acordo com os autores, neste período, mudanças na qualidade da água são determinadas inicialmente pela diluição, devido ao aumento do nível hidrológico e, posteriormente, pela elevação da concentração de nutrientes via decomposição da vegetação litorânea submersa.

SCHEFFER et al. (1993) desenvolveram um modelo de dois estados estáveis alternativos em lagos rasos. Um estado de águas claras apresenta alta transparência, baixa concentração de nutrientes, macrófitas abundantes, alta taxa de herbivoria

exercida pelo zooplâncton e baixa abundância de peixes planctívoros. Outro estado, o de águas turvas, se caracteriza por elevada concentração de nutrientes, fitoplâncton abundante, composto por espécies tolerantes a limitação luminosa exercida pela baixa transparência. Em níveis intermediários de nutrientes, ambos os estados podem ocorrer.

No presente trabalho, as amostragens foram iniciadas no período seco, caracterizado pela manutenção de um mais alto nível do Rio Paranapanema mediante retenção/acumulação de água no Reservatório de Jurumirim, para o abastecimento dos reservatórios subseqüentes. Em virtude de sua conexão ao canal do rio, neste período a Lagoa do Camargo apresentou grande profundidade e volume. A baixa precipitação pluviométrica garantiu elevada estabilidade à coluna d'água, baixa concentração de material em suspensão e, conseqüentemente, maior transparência da água.

Beneficiaram-se principalmente neste período de águas claras as espécies de Cladocera *B. deitersi* e *D. parvula* e *B. freyi*. A reduzida abundância ou mesmo ausência de bosminídeos no período chuvoso pode estar associada à grande concentração de material em suspensão, reduzindo sua eficiência de filtração e, portanto, beneficiando outros táxons competitivamente, como apontado também por MORTARI (2009).

KIRK (1991) postulou que cladóceros sofrem redução na taxa de captura e ingestão de fitoplâncton sob a influência de uma grande concentração de partículas inorgânicas em suspensão. Segundo o autor, cladóceros pequenos, tanto a nível intra como interespecífico, são menos seletivos que os maiores, tendo uma grande redução das taxas de crescimento populacional sob altas concentrações de material em suspensão.

As três espécies mencionadas correlacionaram-se também positivamente com a condutividade. No entanto, a variação deste fator pode ser relacionada à sazonalidade e sua baixa amplitude de variação aparentemente não faz dele um parâmetro crítico e

restritivo à ocorrência de cladóceros na Lagoa do Camargo. Elevada condutividade no período seco também foi registrada por RODGHER et al. (2005) na cascata de reservatórios do Rio Tietê e foi atribuída ao efeito de concentração de íons.

A elevada abundância no período seco das espécies *M. minuta* e *B. hagamni*, foi correlacionada negativamente com a concentração de pigmentos totais e atribuída, provavelmente à elevada densidade de fitoplâncton não palatável para estes cladóceros.

PANARELLI (2004) destacou a alternância na abundância espécies do gênero *Moina* na Lagoa do Coqueiral, devido a suas condições de trofia e turbidez, sendo *M. minuta* mais abundante somente quando o ambiente reuniu condições oligotróficas e maiores valores de transparência. Baixas abundâncias de *Moina* também foram associadas, por MORTARI (2009), ao aumento dos pigmentos totais que, por sua vez poderia estar associado à elevação na densidade de Cyanophyceae (HENRY et al., 2006; GRANADO et al., 2009). Tal correlação negativa foi relatada por FERRÃO-FILHO & AZEVEDO (2003a) e FERRÃO-FILHO et al. (2003b).

Entretanto, no presente trabalho, inferências sobre a biomassa fitoplanctônica foram realizadas com base somente em valores da concentração de pigmentos totais na água, não tendo sido realizados estudos da composição desta comunidade que pudessem corroborar com tal afirmação.

As médias de oxigênio dissolvido variaram pouco ao longo do estudo, ocorrendo uma diminuição no período pós-cheia que pode ser associada ao consumo de oxigênio na degradação de material orgânico mais abundante no período (HENRY et al., 2011).

MOSCHINI-CARLOS et al. (1998) registraram elevadas concentrações de oxigênio dissolvido durante períodos de águas altas ou enchentes, durante os quais ocorria a entrada de água proveniente do Rio Paranapanema e, portanto, com maior oxigenação.

O aumento na precipitação pluviométrica levou a um incremento da concentração de material em suspensão e disponibilidade de fósforo. Elevadas concentrações de nutrientes e altos valores de temperatura estimularam a produção fitoplanctônica elevando a concentração de pigmentos totais.

Neste período foram registradas maiores abundâncias de *C. silvestrii*, *D. fluviatile*, *D. birgei*, *C. cornuta*, *M. micrura*, e *D. brevireme*. No entanto, não foram estabelecidas correlações estatisticamente significativas entre quaisquer fatores ambientais e a abundância das últimas quatro espécies citadas, ainda que algumas delas tenham se destacado por sua dominância em parte das amostragens, revelando a provável influência de características físicas, químicas ou biológicas não mensuradas ou estimadas.

Mais altos valores de abundância de *D. birgei* no período chuvoso também foram encontradas por PANARELLI (2004) na Lagoa do Camargo. Esta ocorrência foi atribuída a habilidade dos organismos deste táxon em utilizar algas filamentosas e cianofíceas como alimento, em condições eutróficas (MAIA-BARBOSA, 2000).

A posição de *C. silvestrii* e *D. fluviatile* na ACC, bem como as correlações obtidas, apontaram para seu sucesso competitivo, em detrimento dos demais táxons, em alimentar-se sob condições de baixa transparência e alta concentração de material em suspensão na água.

PINTO-COELHO et al. (2005) encontraram uma relação significativa entre o fósforo total e o tamanho de cladóceros no reservatório da Pampulha, Minas Gerais. Observaram a substituição de uma comunidade caracterizada por uma ampla gama de espécies de diferente porte, incluindo pequenos bosminídeos por outra, cuja maior biomassa se devia a picos de abundância de *Daphnia laevis* ou *M. micrura*, após mudanças na trofia do reservatório. O aumento da concentração de nutrientes neste

reservatório levou ao desenvolvimento de grandes estandes de macrófitas que, ao serem removidos, alteraram a ciclagem interna de nutrientes na água. Em consequência, ocorreu o desenvolvimento de colônias fitoplanctônicas oportunistas como *Microcystis* spp. que levaram ao desaparecimento de cladóceros menores, como *Bosmina* e *Ceriodaphnia*.

O final do estudo marca o retorno de características associadas ao período seco e ao provável reinício do ciclo de alterações hidrológicas sofrido pela Lagoa do Camargo.

5. Conclusões

Foi possível verificar os efeitos da variação hidrológica na distribuição temporal de Cladocera na Lagoa do Camargo no que se refere ao comportamento dos atributos da comunidade como riqueza, abundância, diversidade e uniformidade bem como da abundância absoluta e relativa das principais espécies.

O período seco foi caracterizado pela manutenção de maiores valores de nível fluviométrico via operação do Reservatório de Jurumirim e consequentes valores elevados de profundidade e volume da lagoa.

A entrada de água do rio provocou a remoção e carreamento da fauna associada às macrófitas à zona pelágica, promovendo o incremento da riqueza de Cladocera pela maior contribuição de organismos fitófilos.

O aumento da precipitação pluviométrica, no período chuvoso, provocou a “lavagem” das margens, o carreamento de material alóctone e a ressuspensão de sedimento, aumentando a concentração do material em suspensão e a disponibilidade de fósforo na água da lagoa.

Tal alteração levou a redução da abundância total de Cladocera e a substituição dos táxons mais abundantes no período seco, pequenos bosminídeos, *D. parvula* e *M. minuta*, por espécies do gênero *Ceriodaphnia*, da família Sididae e *M. micrura*, em virtude de diferenças na dieta e seletividade de filtração destes microcrustáceos.

A baixa amplitude de variação hidrométrica não provocou um distúrbio capaz de estimular o alcance da diversidade máxima de espécies na lagoa, sendo encontrados valores menores do que os registrados em estudos anteriores, marcados por períodos de curta ou longa duração de desconexão entre a Lagoa do Camargo e o Rio Paranapanema.

Foi possível atestar a hipótese aventada, uma vez que, leves variações na conectividade entre os corpos d'água associados, provocadas por flutuações do nível fluviométrico, promoveram alterações nos atributos da comunidade de Cladocera da Lagoa do Camargo, ainda que não envolvessem eventos de interrupção da potamofase.

Dessa forma, variações de fatores ambientais como o nível fluviométrico, a concentração do material em suspensão e transparência foram fundamentais na determinação da distribuição temporal destes organismos.

6. Referências Bibliográficas

- ABRA, J. 2008. Variação sazonal da composição, abundância e diversidade de rotíferos na Lagoa do Coqueiral, lateral ao Rio Paranapanema, Represa de Jurumirim, SP. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Estadual Paulista. Instituto de Biociências de Botucatu – Botucatu, SP. 88p.
- AOYAGUI, A. S. M. & BONECKER, C. C. 2004. Rotifers in different environments of the Upper Paraná River floodplain (Brazil): richness, abundance and the relationship with the connectivity. **Hydrobiologia**, **522**: 281-290.
- BORNETTE, G.; AMOROS, C. & LAMOUREUX, N. 1998. Aquatic plant diversity in riverine wetlands: the role of connectivity. **Freshwater Biology**, **39**: 267-283.
- BOZELLI, R. L. 1998. Influences of suspended inorganic matter on carbon ingestion and incorporation rates of two tropical cladocerans, *Diaphanosoma birgei* and *Moina minuta*. **Archiv für Hydrobiologie**, **142**: 451-465.
- BROWER, J. E. & ZAR, J. H. 1984. **Field & laboratory methods for general ecology**. W.C. Brown Publishers: Dudenque, 226p.
- CAMPOS, J. C. R.; LANSAC-TÔHA, F. A.; NUNES, M. A.; GARCIA, A. P. P. & PRADO, F. R., 1996. Composição da comunidade zooplânctônica de três lagoas da ilha Porto Rico na planície de inundação do alto rio Paraná. **Acta Limnologica Brasiliensia**, **8**: 183-194.
- CARLSON, R. E. 1977. A trophic state index for lakes. **Limnology and Oceanography**, **22(2)**: 361-369.
- CARVALHO, M. L. 1983. Efeitos da flutuação do nível da água sobre a densidade e composição do zooplâncton em um lago de várzea da Amazônia, Brasil. **Acta Amazonica**, **13(5-6)**: 715-724.

- CASANOVA, S. M. C. 2000. Distribuição longitudinal da comunidade zooplanctônica na região de transição rio-reservatório (Rio Paranapanema - Represa de Jurumirim). **Dissertação de Mestrado**. Universidade Estadual Paulista. Instituto de Biociências de Botucatu – Botucatu, SP. 162p.
- CASANOVA, S. M. C. 2005. Análise da estrutura da comunidade zooplanctônica na região de desembocadura do Rio Paranapanema na Represa de Jurumirim (SP), com ênfase na dinâmica populacional de Rotifera. **Tese de Doutorado**. Universidade Estadual Paulista. Instituto de Biociências de Botucatu – Botucatu, SP. 255p.
- CASANOVA, S. M. C. & HENRY, R. 2004. Longitudinal distribution of Copepoda in the transition zone of Paranapanema River and Jurumirim Reservoir (São Paulo, Brazil) and interchange with two lateral lakes. **Brazilian Journal of Biology**, **64(1)**: 11-26.
- CASANOVA, S. M. C.; PANARELLI, E. A. & HENRY, R. 2009. Rotifer abundance biomass and secondary production after the recovery of hydrologic connectivity between a river and two marginal lakes (São Paulo, Brazil). **Limnologica (Jena)**, **39**: 292-301.
- CASTILHO-NOLL, M. S. M.; CÂMARA, C. F.; CHICONE, M. F. & SHIBATA, E. H. 2010. Pelagic and littoral cladocerans (Crustacea, Anomopoda and Ctenopoda) from reservoirs of the Northwest of São Paulo State, Brazil. **Biota Neotropica**, **10(1)**: 21-30.
- CONNELL, J. H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. **Science**, **199(4335)**:1302-1310.
- COTTENIE, K. & DE MEESTER, L. 2003. Connectivity and cladoceran species richness in a metacommunity of shallow lakes. **Freshwater Biology**, **48**: 823-832.
- DAJOZ, R. 2005. **Princípios de Ecologia**. 7^a ed. Artmed: Porto Alegre, 520p.
- DE MELO, R. & HEBERT, P. D. N. 1994. A taxonomic reevaluation of North American Bosminidae. **Canadian Journal of Zoology**, **72**: 1808-1825.

- DE NADAI, R. 2006. Distribuição horizontal e vertical da comunidade zooplancônica, nos períodos de seca e chuva, em ambientes lacustres na área de transição Rio Paranapanema - Represa de Jurumirim, São Paulo, Brasil. **Dissertação de Mestrado** Universidade Estadual Paulista. Instituto de Biociências de Botucatu – Botucatu, SP. 240p.
- DE NADAI, R. & HENRY, R. 2009. Temporary fragmentation of a marginal lake and its effects on zooplankton community structure and organization. **Brazilian Journal of Biology**, **69(3)**: 819-835.
- ELMOOR-LOUREIRO, L. M. A. 1997. **Manual de Identificação de Cladóceros Límnicos do Brasil**. Editora Universal/UCB: Brasília, 155p.
- ELMOOR-LOUREIRO, L. M. A.; MENDONÇA-GALVÃO, L. & PADOVESI-FONSECA, C. 2004. New cladoceran records from Lake Paranoá, Central Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, **64 (3A)**: 415-422.
- ESPÍNDOLA, E. L. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. & MORENO, I. H. 1996. Efeitos da dinâmica hidrológica do sistema Pantanal Matogrossense sobre a estrutura da comunidade de zooplâncton da Lagoa Albuquerque. **Acta Limnologica Brasiliensia**, **8(1)**: 37-57.
- FERRÃO-FILHO, A. S. & AZEVEDO, S. M. F. O. 2003. Effects of unicellular and colonial forms of toxic *Microcystis aeruginosa* from laboratory cultures and natural populations on tropical cladocerans. **Aquatic Ecology**, **37(1)**: 23-35.
- FERRÃO-FILHO, A. S.; ARCIFA, M. S.; FILETO, C. 2003. Resource limitation and food quality for cladocerans in a tropical Brazilian lake. **Hydrobiologia**, **491(1)**: 201-210.
- FRUTOS, S. M., 1996. Zooplankton de la Laguna Turbia (Isla del Cerrito) en la confluencia de los rios Paraná y Paraguay (Argentina). **Revista Brasileira de Biologia**, **56(3)**: 569-580.

- GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S. & OHMSTAD, M. A. A. 1978. Methods for physical and chemical analysis of freshwaters. Blackwell Scientific Publication: Oxford, 213p.
- GRANADO, D. C. & HENRY, R. 2008. The influence of the hydrologic pulse on the water physical and chemical variables of lateral lakes with different connection levels to Paranapanema River in the mouth zone at Jurumirim Reservoir (São Paulo, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, **20(4)**: 265-275.
- GRANADO, D. C. & HENRY, R. 2012. Changes in abiotic characteristics of water in the Paranapanema River and three lateral lagoons at mouth zone of the Jurumirim Reservoir during the flood period, São Paulo, Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Research**, **40(1)**: 79-89.
- GRANADO, D. C.; HENRY, R. & TUCCI, A. 2009. A influência da variação hidrométrica na comunidade fitoplanctônica do Rio Paranapanema e de uma lagoa marginal na zona de sua desembocadura na Represa de Jurumirim. **Hoehnea**, **36(1)**: 113-129.
- HART, R. C. 2004. Cladoceran periodicity patterns in relation to selected environmental factors in two cascading warm-water reservoirs over a decade. **Hydrobiologia**, **526**: 99-117.
- HENRY, R. 2003. Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos: conceitos, tipos, processos e importância. Estudo de aplicação em lagoas marginais ao Rio Paranapanema na zona de sua desembocadura na Represa de Jurumirim. In: HENRY, R. (Org.). **Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos**. RiMa: São Carlos, p. 1-28.
- HENRY, R. 2005. The connectivity of Paranapanema River with two lateral lakes in its mouth zone into Jurumirim Reservoir. **Acta Limnologica Brasiliensia**, **17(1)**: 57-69.

- HENRY, R. 2009. Annual changes in sediment entrapment efficiency in lakes lateral to a river (Paranapanema River, São Paulo, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, **21(1)**: 25-34.
- HENRY, R.; PANARELLI, E. A.; CASANOVA, S. M. C.; GRANADO, D. C.; MORTARI, R. C. & ABRA, J. 2011. Plankton richness and abundance in several different hydrological situations in lakes lateral to a river: a case study in the mouth zone of a tributary into a tropical reservoir. **Oecologia Australis**, **15(3)**: 537-558.
- HENRY, R.; PANARELLI, E. A.; CASANOVA, S. M. C.; SUIBERTO, M. R. & AFONSO, A. A. de O. 2005. Interações hidrológicas entre lagoas marginais e o Rio Paranapanema na zona de sua desembocadura na Represa de Jurumirim. In: NOGUEIRA, M. G.; HENRY, R.; JORCIN, A. (Org.). **Ecologia de Reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata**. RiMa: São Carlos. p. 57-82.
- HENRY, R.; SANTOS, A. A. N. & CAMARGO, Y. 1999. O transporte de sólidos suspensos e N e P total pelos rios Paranapanema e Taquari e uma avaliação de sua exportação na Represa de Jurumirim (São Paulo, Brasil). In: HENRY, R. (Org.). **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. FUNDIBIO-FAPESP: Botucatu, p. 687-710.
- HENRY, R.; USHINOHAMA, E. & FERREIRA, R. A. R. 2006. Fitoplâncton em três lagoas marginais ao Rio Paranapanema e em sua desembocadura no Reservatório de Jurumirim (São Paulo, Brasil) durante um período prolongado de seca. **Revista Brasileira de Botânica**, **29(3)**: 399-414.
- JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B. & SPARKS, R. E. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. **Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences**, **106**: 110-127.
- KIRK, K. L. 1991. Suspended clay reduces *Daphnia* feeding rate: behavioural mechanisms. **Freshwater Biology**, **25(2)**: 357-365.
- KREBS, C. J. 1999. **Ecological Methodology**. 2^a ed. Benjamin Cummings: California,

620p.

LANSAC-TÔHA, F. A.; BONECKER, C. C.; VELHO, L. F. M.; SIMÕES, N. R.; DIAS, J. D.; ALVES, G. M. & TAKAHASHI, E. M. 2009. Biodiversity of zooplankton communities in the Upper Paraná River floodplain: interannual variation from long-term studies. **Brazilian Journal of Biology**, **69**, (2, Suppl): 539-549.

MACKERETH, F. I. H.; HERON, J. & TALLING, J. F. 1978. **Water analysis: some revised methods for limnologists**. Freshwater Biological Association: London. 121p.

MAIA-BARBOSA, P. M.; ESKINAZISANT'ANNA, E. M.; BOZELLI, R. L. 2000. Técnicas para análise de material planctônico em microscopia eletrônica de varredura. **Bios**, **8(8)**: 107-114.

MARTINS, G. M. & HENRY, R. 2004. Composição e abundância do zooplâncton em três lagoas laterais ao Rio Paranapanema na zona de sua desembocadura na Represa de Jurumirim (São Paulo). In: CHELLAPPA, N. T.; CHELLAPPA, S. & PASSAVANTE, J. Z. O. (Eds.). **Ecologia Aquática Tropical**. ServGraf: Natal. p. 53-72.

MATSUMURA-TUNDISI, T. 1984, Occurrence of species of the genus *Daphnia* in Brazil. **Hydrobiologia**, **112**: 161-165.

McCUNE, B. & MEFFORD, M. J. 2006. PC-ORD (Multivariate Analysis of Ecological Data). Version 5.31 MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.

MERCANTE, C. T. J. & TUCCI-MOURA, A. 1999. Comparação entre os índices de Carlson e de Carlson modificado aplicados a dois ambientes aquáticos subtropicais, São Paulo, SP. **Acta Limnologica Brasiliensia**, **11(1)**: 1-14.

- MICROSOFT, CORP. & REGENTS OF UNIVERSITY OF CALIFORNIA. 1997. KREBS (Ecological Methodology for Windows). Version 3.1. <ftp://gause.biology.ualberta.ca/pub/jbrzusto/krebs>
- MORTARI, R. C. 2009. Distribuição espaço-temporal de Cladocera (Crustacea, Brachiopoda) em uma lagoa subtropical lateral ao Rio Paranapanema (zona de desembocadura na Represa de Jurumirim/SP). **Tese de Doutorado**. Universidade Estadual Paulista. Instituto de Biociências de Botucatu – Botucatu, SP. 166p.
- MOSCHINI-CARLOS, V.; POMPÊO, M. L. M. & HENRY, R. 1998. Caracterização limnológica de uma baía marginal ao rio Paranapanema (zona de desembocadura na represa de Jurumirim, SP). **Acta Limnologica Brasiliensia**, **10(2)**: 1-19.
- NEIFF, J. J. 2003. Planícies de inundação são ecótonos? In: HENRY, R. (Org.) Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos. RiMa Editora: São Carlos. p. 32-47.
- NEVES, I. F.; ROCHA, O.; ROCHE, K. F.; PINTO, A. A. 2003. Zooplankton community structure of two marginal lakes of the River Cuiabá (Mato Grosso, Brazil) with analysis of Rotifera and Cladocera diversity. **Brazilian Journal of Biology**, **63(2)**: 329-343.
- NOGUEIRA, M. G.; JORCIN, A.; VIANNA, N. C. & BRITTO, Y. C. T. 2006. Reservatórios em cascata e os efeitos na limnologia e organização das comunidades bióticas (fitoplâncton, zooplâncton e zoobentos) – um estudo de caso no rio Paranapanema. In: NOGUEIRA, M. G.; HENRY, R. & JORCIN, A. (Eds.). **Ecologia de reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistema em cascata**. RiMa: São Carlos, p.83-125.
- ORLOVA-BIENKOWSKAJA, M. J. 1998. A revision of the cladoceran: a genus *Simocephalus* (Crustacea, Daphniidae). **Bulletin of the Natural History Museum**, **64(1)**: 1-62.

- PAGGI, J. C. 1973a. Contribución al conocimiento de la fauna de cladóceros dulciacuícolas argentinos. **Physis. Secc B. 32(84):**105-114.
- PAGGI, J. C. 1973b. Acerca de algunas especies de la familia Moinidae (Crustacea, Cladocera) de la Republica Argentina. **Physis. Secc B. 32(85):**269-277.
- PAGGI, J. C. 1979. Revisión de las especies argentinas del genero *Bosmina* Baird agrupadas en el subgénero *Neobosmina* Lider (Crustacea, Cladocera). **Acta Zoologica Lilloana, 35:** 137-162.
- PAGGI, J. C. 1995. Crustacea: Cladocera: clave para determinar géneros de Cladocera registrados en la región neotropical. In: LOPRETTO, E.C. & TELL, G. (Eds). **Ecosistemas de aguas continentales: metodologías para su estudio.** Tomo III. Ediciones Sur. La Plata, p. 909-951.
- PANARELLI, E. A. 1999. Flutuações de curto prazo das populações zooplanctônicas na represa de Jurumirim (zona de Barragem), Rio Paranapanema, SP. **Dissertação de Mestrado.** Universidade Estadual Paulista. Instituto de Biociências de Botucatu – Botucatu, SP. 367p.
- PANARELLI, E. A. 2004. Flutuações mensais da comunidade zooplanctônica e dinâmica das populações de Cladocera em lagoas marginais, na região de transição Rio Paranapanema - Represa de Jurumirim (SP). **Tese de Doutorado.** Universidade Estadual Paulista. Instituto de Biociências de Botucatu – Botucatu, SP. 247p.
- PANARELLI, E. A.; CASANOVA, S. M. C. & HENRY, R. 2008. The role of resting eggs in the recovery of zooplankton community in a marginal lake of the Paranapanema River (São Paulo, Brazil) after a long drought period. **Acta Limnologica Brasiliensia, 20(1):** 73-88.
- PANARELLI, E. A.; CASANOVA, S. M. C. & HENRY, R. 2010. Secondary production and biomass of Cladocera in marginal lakes after the recovery of their hydrologic connectivity in a river–reservoir transition zone. **Lakes and Reservoirs: Research & Management, 15(4):** 319-334.

- PANARELLI, E.; CASANOVA, S. M. C.; NOGUEIRA, M. G.; MITSUKA, P. & HENRY, R. 2003. A comunidade zooplanctônica ao longo de gradientes longitudinais no Rio Paranapanema/Represa de Jurumirim (São Paulo, Brasil). In: HENRY, R. (Org.). **Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos**. RiMa Editora: São Carlos, p. 129-160.
- PINTO-COELHO, R. M.; PINEL-ALLOUL, B.; MÉTHOT, G.; HAVENS, K. E. 2005. Crustacean zooplankton in lakes and reservoirs of temperate and tropical regions: variation with trophic status. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences** **62(2)**: 348-361.
- POMPÊO, M. L. M., HENRY, R. & MOSCHINI-CARLOS, V. 1999. Ecologia de *Echinochloa polystachia* do Rio Paranapanema – SP, Brasil. In: HENRY, R. (Ed.) Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. FAPESP/FUNDIBIO: Botucatu. p. 737-767.
- RAJAPAKSA, R. & FERNANDO, C. H. 1987a. A redescription of *Euryalona orientalis* (Daday 1898), with a consideration of the others species of the genus *Euryalona* (Cladocera: Chydoridae). **Hydrobiologia**, **150**: 75-90.
- RODGHER, S.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; ROCHA, O.; FRACÁCIO, R.; PEREIRA, R. H. G. & Rodrigues, M. H. S. 2005. Limnological and ecotoxicological studies in the cascade of reservoirs in the Tietê River (São Paulo, Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, **65(4)**:697-710.
- SCHEFFER, M.; HOSPER, S. H.; MEIJER, M. L.; MOSS, B. & JEPPESEN, E. 1993. Alternative equilibria in shallow lakes. **Trends in Ecology and Evolution**, **8**:275-279.
- SINEV, A. Y. & ELMOOR-LOUREIRO, L. M. A. 2010. Three new species of chydorid cladocerans of subfamily Aloninae (Branchipoda: Anomopoda: Chydoridae) from Brazil. **Zootaxa**, **2390**: 1-25.

- SMIRNOV, N. N., 1992. **The Macrothricidae of the World. Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World.** 1. SPB Academic Publishing: The Hauge. 143p.
- SMIRNOV, N. N., 1996. Cladocera: the Chydorinae and Sayciinae (Chydoridae) of the World. In: DUMONT, H. J. F. (Ed). **Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World.** 11. SPB Academic Publishing: Amsterdam. 197p.
- SMIRNOV, N. N. 1998. A revision of the genus *Camptocercus* (Anomopoda, Chydoridae, Aloninae). **Hydrobiologia**, **386**: 63-83.
- STATSOFT, Inc. 2004. STATISTICA (data analysis software system), version 7. www.statsoft.com.
- STRICKLAND, J. D. H. & PARSONS, T. R. A. 1960. Manual of seawater analysis. **Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada**, **125**: 1-185.
- SYSTAT SOFTWARE, Inc. 2008. SIGMA PLOT (Exact graphs and data analysis), version 11. www.sigmaplot.com
- TEIXEIRA, C. & KUTNER, M. B. 1962. Plankton studies in a mangrove environment. I – First assessment of standing stock and ecological factors. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, **12**:101-124.
- THOMAZ, S. M.; ROBERTO, M.C. & BINI, L. M. 1997. Caracterização limnológica dos ambientes aquáticos e influência dos níveis fluviométricos. In: VAZZOLER, A. E. A. M.; AGOSTINHO A. A & HANH, N.S. **A planície de inundação do alto rio Paraná: Aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos.** EDUEM: Maringá. p. 73-102.
- TOLEDO JR., A. P. de; TALARICO, M.; CHINEZ, S.J. & AGUDO, E. G. 1983. A aplicação de modelos simplificados para a avaliação de processo de eutrofização

em lagos e reservatórios tropicais. In: Anais do 12º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Balneário Camboriú, p. 1-34.

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

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

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

WARD, J. V. & STANFORD, J. A. 1995. Ecological connectivity in alluvial river ecosystems and its disruption by flow regulation. **Regulated Rivers: Research & Management**, **11**: 105-119.

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

ZAR, J. H. 1999. **Bioestatistical Analysis**. 4th Ed. Prentice Hall: New Jersey, 663p.

Capítulo II

Crescimento alométrico de *Daphnia* spp. O. F. Müller, 1785 na Lagoa do Camargo, lateral ao Rio Paranapanema em sua zona de desembocadura na Represa de Jurumirim.

Resumo

A ciclomorfose é um fenômeno comum entre os cladóceros planctônicos, caracterizado pela variação morfológica de estruturas do corpo, apresentada pela população sazonal e ontogeneticamente em resposta a estímulos ambientais ou referentes à pressão de predação. Este capítulo teve como objetivo verificar a ocorrência de variações morfométricas ao longo de uma escala temporal, características da ciclomorfose, em *D. ambigua*, *D. gessneri* e *D. parvula* da Lagoa do Camargo, avaliando-as sob a ótica do crescimento alométrico e determinar suas possíveis correlações com fatores ambientais. Quinzenalmente, entre junho de 2008 e maio de 2009, foram coletadas amostras de zooplâncton, por meio de arrastos verticais com rede cônica (malha de 50 μ m), e estimados parâmetros ambientais, em três estações de amostragem. A cada coleta uma amostra representativa de cada espécie de *Daphnia* foi selecionada e mensurada com o uso de microscópio óptico acoplado a um sistema de imagem Zeiss-Axiovision quanto ao comprimento e largura do corpo e da cabeça (CCO, LCO, CCA, LCA, respectivamente) e comprimento do espinho da carapaça e do elmo (CES, CEL). A fim de detectar possíveis variações no tamanho dos indivíduos (CCO) de cada espécie ao longo das amostragens foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis, complementado pelo teste *post hoc* de Dunn (para $\alpha=5\%$) a partir de dados logaritimizados. A associação entre as variáveis ambientais e o CCO cada espécie foi determinada com a Análise de Correlação de Spearman (para $\alpha=5\%$), com dados previamente logaritimizados, com exceção do pH. As medidas das estruturas corporais foram logaritimizadas e submetidas a uma Análise de Regressão, originando uma função linear capaz de determinar seu crescimento relativo. Para testar a igualdade entre as equações quinzenais obtidas, atestando a modificação da taxa de crescimento alométrico ao longo do tempo, os dados foram submetidos Análise de Covariância (ANCOVA) ($\alpha=0,05$) complementada pelo teste *post hoc* Unequal N HSD. Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre espécies e amostragens para medidas de CCO que, no entanto, não apresentaram quaisquer correlações com os fatores ambientais analisados. Diferenças significativas foram também encontradas entre as retas representativas da relação entre CCO e LCO, CCA e LCA, quando analisadas entre amostragens e entre espécies. Entretanto, todas atestaram a ocorrência de isometria entre as dimensões analisadas, ou seja, o crescimento diretamente proporcional e equitativo entre o tamanho corporal e as dimensões cujo crescimento pretendia-se avaliar. Não foi possível determinar o crescimento alométrico do comprimento espinho da carapaça em *D. ambigua* e *D. parvula* e do elmo em *D. gessneri*, devido ao baixo ajuste das equações de crescimento obtidas e a ausência ou baixa frequência de indivíduos de porte intermediário.

Abstract

Cyclomorphosis is a common phenomenon among planktonic cladocerans, defined by morphological variation of body structures, presented by the population seasonally and ontogenetically in response to environmental stimuli or modification of the predation pressure. The aim of this chapter was to verify the occurrence of morphometric variations over time, determined by cyclomorphosis, in *D. ambigua*, *D. gessneri* and *D. parvula* at the Camargo Lake, by analyzing the allometric growth of some body structures and relationship with the environmental factors. On every two weeks between June, 2008 and May, 2009 samples of zooplankton were collected by means of vertical hauls with a conical net (50 μm mesh size), and a number of environmental parameters was estimated at three different sampling sites. *Daphnia* specimens were selected from each sample and measured under an optic microscope connected to a Zeiss-Axiovision image system. It was measured body and head length and width (CCO, LCO, CCA, LCA) and tail spine and helmet length (CES, CEL). In order to determine potential significant differences in body size (CCO) of each species amongst sampling sets the Kruskal-Wallis test was employed in tandem with the Dunn test ($\alpha=5\%$). The relationship between environmental factors and CCO of species was determined with Spearman Correlation Analysis ($\alpha=5\%$). A series of Regression Analysis were performed to determine the relative growth of body dimensions. Equations obtained for each morphometric relationship were compared amongst species and sampling sets with a series of Covariance Analysis in tandem with a post hoc Unequal N HSD test. Significant differences between species and sampling sets were found for CCO measures, however, it did not show any association with the environmental factors analyzed. Significant differences were also found between the equations representing the relationship between CCO and LCO, LCA and CCA when compared between sampling sets and species. However, all of it confirmed the isometric growth between the analyzed dimensions, ie the increment directly proportional and equitable between the body size and dimensions of which growth is intended to evaluate. It was not possible to determine the allometric growth of the tail spine in *D. ambigua* and *D. parvula* and helmet in *D. gessneri* due to the low adjust levels of the growth equations obtained and the absence or low frequency of individuals of intermediate size.

1.1. Introdução

Os cladóceros representam um grupo chave na comunidade planctônica dos lagos no que diz respeito à transferência de energia ao longo da cadeia trófica. Por serem, quase exclusivamente, consumidores de algas e de detritos são capazes de afetar o desenvolvimento do fitoplâncton nos sistemas naturais, constituindo-se, ao mesmo tempo, de presas favoritas de predadores vertebrados e invertebrados (VILLALOBOS & GONZALEZ, 2006).

Diante de uma maior pressão de predação, os cladóceros utilizam uma série de estratégias visando sua sobrevivência que vão desde modificações comportamentais, envolvendo sua distribuição vertical e horizontal na coluna d'água até alterações morfológicas como o desenvolvimento de estruturas corporais que diminuem a frequência de captura e ingestão dos mesmos, restringindo, portanto o acesso/disponibilidade de alimentos para predadores como larvas de dípteras da família Chaoboridae, copépodos de grande porte e estágios larvais e juvenis de peixes planctófagos.

O polimorfismo sazonal ou ciclomorfose é um fenômeno comum entre os cladóceros planctônicos, caracterizado pela variação morfológica em estruturas como antênulas, elmos, mucros e espinhos, independente ou simultaneamente, apresentada pela população sazonal e ontogeneticamente, podendo, dessa forma, trazer sérias dificuldades na identificação destes animais (BROOKS, 1965; HUTCHINSON, 1967; DODSON, 1974; KERFOOT, 1975; BLACK, 1980, YURISTA, 2000).

O estudo da origem e natureza da ciclomorfose é um problema clássico em planctologia de águas doces (HUTCHINSON, 1967). Tem envolvido a análise de dados amostrados com base em populações naturais, bem como estudos de manipulação

experimental que induzem seu desenvolvimento, visando o melhor entendimento da ecologia de Cladocera (YURISTA, 2000).

O primeiro estudo registrado sobre a ciclomorfose dedicou-se à análise da população de *Daphnia cucullata* Sars, 1862 no Lago Fure (Dinamarca). WESENBERG-LUND (1900) observou que entre os meses de dezembro a maio (inverno-primavera) os indivíduos apresentavam cabeças predominantemente redondas e pequenas e nos meses de junho e julho (verão), cabeças dotadas de grandes elmos. Esta variação temporal da morfologia foi interpretada pelo autor como uma adaptação a redução da viscosidade da água com a elevação da temperatura.

Posteriormente, a formação do elmo foi associada a uma forma de melhorar as condições alimentares do animal, mediante a mudança de seu centro de gravidade em relação à inserção da antena (WOLTERECK, 1932), levando a uma maior eficiência da natação horizontal, favorecendo sua permanência no estrato onde a disponibilidade alimentar é maior (JACOBS, 1962; HEBERT, 1978).

Atualmente, sabe-se que a ciclomorfose é controlada por uma intrincada relação entre fatores genéticos (LYNCH, 1984), ritmos endógenos, variáveis ambientais como turbulência (HRBÁČEK, 1959; JACOBS, 1962; HAZELWOOD, 1966; LAFORSCH & TOLLRIAN, 2004), luminosidade (JACOBS, 1962; HAZELWOOD, 1962, 1966), temperatura (JACOBS, 1961 A, B; HAVEL & DODSON, 1985; KERFOOT, 1975; KAPPES & SINSCH, 2002), disponibilidade e qualidade de alimentos (HANAZATO, 1991) e relações bióticas como a predação (BROOKS, 1965; ZARET, 1969; DODSON, 1974; WONG, 1981; O'BRIEN et al., 1979; GRANT & BAYLY, 1981).

Geralmente, estudos relacionados a ciclomorfose dedicam-se a análise de um determinado fator potencialmente desencadeador da mesma, sendo a ligação entre

causas proximais e finais, ou seja, entre estímulos ambientais e suas conseqüências adaptativas, ainda pobremente estabelecida (YURISTA, 2000).

A predação, de uma forma geral, influencia as populações de presas afetando principalmente sua abundância, quando as altas taxas de ingestão diminuem sua densidade; seu comportamento, quando leva a eventos de migração; sua estrutura em tamanho e sua morfologia, quando apresenta caráter seletivo, exercendo maior pressão em classes de tamanho em particular ou em indivíduos cuja estrutura corporal se mostra menos conspícua. Seu efeito no estímulo a ciclomorfose em cladóceros pode ser observado quando a distribuição geográfica dos grupos que sofrem variações morfológicas mais acentuadas coincide com áreas com alta densidade de seus maiores predadores (HUTCHINSON, 1967).

Informações sobre a densidade de predadores são mediadas quimicamente pelos chamados kairormônios que, por se tratarem de compostos espécie-específicos, permitem que os cladóceros identifiquem a fonte de ameaça e suas características para, então, produzir respostas diferenciais quanto a sua distribuição na coluna d'água, morfologia, crescimento e reprodução, visando reduzir riscos imediatos de predação (TOLLRIAN & DODSON, 1999, DZIALOWSKI et al., 2003). Este reconhecimento é fundamental, tendo em vista que o desenvolvimento de uma estrutura morfológica, visando à defesa diante de um determinado predador pode fazer da presa mais vulnerável a outro, segundo sua habilidade diferencial em perceber, manipular e ingerir o alimento (SAKAMOTO & HANAZATO, 2008).

O desenvolvimento de determinadas estruturas corporais pode funcionar como um eficiente mecanismo de defesa quando promove o aumento da transparência corporal (alongamento do corpo, formação de elmo, diminuição da taxa de crescimento dos olhos), tornando o cladóceros menos perceptível para predadores que se orientam

visualmente, e quando dificulta a manipulação ou impossibilita a ingestão do mesmo, mediante o desenvolvimento de espinhos, antenas e mucros (JACOBS, 1962; BROOKS, 1968).

Segundo MORT (1986) as características derivadas da ciclomorfose são mais vantajosas para a natação, sendo indiretamente importantes para a fuga de predadores e, portanto, um benefício pré-contato entre presa e predador. Uma vez que o contato é estabelecido, estruturas alongadas poderiam representar uma desvantagem pós-captura, sendo registrado que nem sempre um maior tempo de manipulação é capaz de dissuadir o predador de ingerir a presa (SAKAMOTO & HANAZATO, 2008).

YURISTA (2000) traçou o que acreditava ser a seqüência de desenvolvimento da ciclomorfose. Segundo este autor, haveriam dispositivos genéticos sensíveis as variações de fatores ambientais que seriam desencadeados com o alcance de valores limiares espécie-específicos e sinalizariam caminhos alternativos de crescimento corporal. Modificações morfológicas quanto ao tamanho e forma de determinadas estruturas corporais seriam promovidas em gerações seguintes, visando à melhor adaptação da população às condições ambientais as quais se encontra submetida.

A duração e intensidade dos efeitos ciclomórficos dependeria, ainda segundo YURISTA (2000), da permanência do estímulo ambiental ou de outros que atuem em sinergismo, levando os organismos a não perderem as características assumidas em gerações subseqüentes.

A maior amplitude de variação morfológica registrada no ambiente natural, em detrimento da obtida em experimentos de indução à ciclomorfose em laboratório, poderia ser justificada, dessa forma, pela ação conjunta de fatores abióticos como a temperatura e turbulência, kairormônios de outros predadores em potencial e variabilidade genética das presas (TANNER & BRANSTATOR, 2006).

TANNER & BRANSTATOR (2006) afirmaram ser necessária a exposição dos organismos ao longo de múltiplas gerações para o alcance de sua resposta cicломórfica máxima. Este tempo de resposta representaria uma adaptação evolutiva dos cladóceros, os protegendo de desenvolver estruturas que despendem um alto custo energético diante de um risco não garantido de predação. Segundo os autores, a exposição ao longo de várias gerações ofereceria uma indicação mais fidedigna desta ameaça.

Deve-se considerar a alta demanda energética do desenvolvimento diferencial de estruturas corporais e os custos adaptativos para a manutenção das mesmas, como a alocação de energia que poderia ser utilizada para a produção de ovos em número, tamanho e viabilidade adequados (JACOBS, 1962; RIESSSEN, 1984; PIJANOWSKA, 1990).

Outro custo potencial do desenvolvimento de estruturas para defesa em Cladocera é o aumento do atrito e conseqüente redução da velocidade de deslocamento do organismo, que pode influenciar a taxa de filtração e a frequência do encontro de partículas de alimento (GERRITSEN & STRICKLER, 1977; DE MOTT, 1982; LAGERGREEN et al., 1997).

A idéia chave para o entendimento da evolução de estruturas de defesa de crescimento induzível ao invés de permanentes é que os custos associados com a manutenção desses mecanismos são poupados quando a proteção não é necessária (LAGERGREEN et al., 1997). Dessa forma, a plasticidade fenotípica pode oferecer grandes vantagens para organismos submetidos a níveis flutuantes de pressão de predação durante seu ciclo de vida (WEBER & DECLERCK, 1997).

Estudos dedicados a análise de variações morfológicas decorrentes da ciclomorfose são relativamente escassos em regiões tropicais, sendo ainda restritos quanto ao número de espécies estudadas. No Brasil, a ciclomorfose em Cladocera foi

estudada em *Daphnia gessneri* Herbst, 1967 por ARCIFA-ZAGO (1976) e *Bosmina longirostris* (O. F. Müller, 1776) e *B. hagmanni* Stingelin, 1904 por ELMOOR-LOUREIRO (1989).

A maior parte dos estudos envolvendo a ciclomorfose se dedica a sua expressão entre espécies de *Daphnia* de médio porte, igualmente vulneráveis a predadores vertebrados e invertebrados (DODSON, 1974; YURISTA, 2000), com registros para *D. carinata* King, 1853, *D. cephalata* King, 1853, *D. cristata* Sars, 1862, *D. cucullata* Sars, 1862, *D. dubia* Herrick, 1883, *D. galeata* Sars, 1864, *D. gessneri* Herbst, 1967, *D. hyalina* Leydig, 1860, *D. longiremis* Sars, 1862, *D. lumholtzi* Sars, 1885 e *D. retrocurva* Forbes, 1882.

Estas espécies apresentam um variado número de morfotipos caracterizados pelo desenvolvimento de espinhos e projeções da carapaça sob condições de alta densidade de potenciais predadores como *Chaoborus*, ciclopóides, *Notonecta* e *Leptodora* (DODSON, 1974; HAVEL & DODSON, 1985; MORT, 1986; PIJANOWSKA, 1990; KORZUN, & PITUL'KO, 2010) ou mesmo de congêneres (JESCHKE & TOLLRIAN, 2000) e variações de fatores ambientais como temperatura (LASS & SPAAK, 2003) e turbulência (LAFORSH & TOLLRIAN, 2004).

A ciclomorfose está relacionada à variação sazonal ou induzida da alometria de estruturas corporais do animal, ou seja, das taxas de crescimento de partes do corpo em particular, em relação ao de uma dimensão padrão, representativa do tamanho corporal (BLACK & SLOBODKIN, 1987).

Vários tipos de alometria têm sido identificados, referindo-se à variação da taxa de crescimento relativo de estruturas corporais que pode ocorrer: entre populações ou espécies diversas, entre indivíduos em diferentes estágios de desenvolvimento ou entre organismos em uma mesma fase da ontogenia, sendo denominada evolucionária,

ontogenética e estática, respectivamente (COCK, 1966; KLINGENBERG & ZIMMERMANN, 1992).

Seguindo uma abordagem causal, pode-se ainda destacar a ocorrência da denominada alometria plástica, definida como alteração na taxa relativa de crescimento em função do efeito de modificações ambientais (SCHLICHTING & PIGLIUCCI, 1998 apud LAGERGREEN et al., 2007). Estudos temporais e/ou espaciais da alometria de caracteres plásticos podem auxiliar no entendimento de mecanismos pelos quais leis de reação adaptativa se desenvolvem.

A razão entre as taxas de incremento das estruturas estudadas determina a ocorrência de crescimento isométrico, alométrico positivo ou negativo. A isometria é caracterizada pelo crescimento diretamente proporcional e equitativo entre as partes e o todo corporal, enquanto a alometria ocorre quando a taxa de crescimento da estrutura analisada é maior (positiva) ou menor (negativa) do que a apresentada pelo tamanho total do corpo (HUXLEY, 1950).

A alometria negativa ocorre em muitos caracteres associados à defesa morfológica como espinhos e antênulas (BLACK, 1980; HANAZATO & OOI, 1992) em cladóceros submetidos à maior pressão de predação por invertebrados, predadores que capturam com maior eficiência presas de pequeno porte. Neste caso, o investimento no desenvolvimento destas estruturas e, portanto, a taxa de crescimento das mesmas em cladóceros deve ser indiretamente proporcional ao seu tamanho (KERFOOT, 1977; LAGERGREEN et al., 2007; WONG & SPRULES, 1985).

A alometria positiva é menos comum, porém já foi registrada em populações de *Daphnia* e *Bosmina* (HUTCHINSON, 1967; LAGERGREEN et al., 2002; LAGERGREEN et al., 2007). Ela pode indicar que o desenvolvimento de estruturas de defesa desempenha uma função mais importante em indivíduos maiores para proteção

frente a peixes planctívoros seletivos quanto ao tamanho da presa (LAMPERT & WOLF, 1986).

Considera-se, dessa forma, que o benefício no desenvolvimento de estruturas corporais pode variar entre os diferentes táxons, ontogeneticamente e sazonalmente, em virtude de eventos ciclomórficos, apresentando consequências apreciáveis mediante a avaliação e comparação de seu crescimento alométrico ao longo do tempo.

1. 2. Objetivos

1. 2. 1. Objetivo geral

Verificar e avaliar a ocorrência de variações morfométricas ao longo de uma escala temporal, características da ciclomorfose apresentada por algumas espécies de Cladocera, mediante a análise de taxas diferenciais de crescimento entre estruturas corporais e uma medida corporal padrão (crescimento alométrico), buscando identificar possíveis fatores ambientais controladores ou estimuladores deste fenômeno, no local das amostragens.

1. 2. 2. Objetivos específicos

Observar possíveis variações morfométricas ao longo de uma escala temporal em espécimes de *Daphnia ambigua* Scourfield, 1947, *D. gessneri* Herbst, 1967 e *D. parvula* Fordyce, 1901, taxa representantes de gênero comumente relacionado a eventos ciclomórficos.

Analisar tais variações sob a ótica do estudo alométrico, ou seja, estabelecendo relações entre as taxas de crescimento de medidas passíveis de modificação como a largura do corpo, comprimento e largura da cabeça, comprimento do espinho da carapaça e comprimento do elmo, quando presente, em relação ao todo corporal (representado pela medida do comprimento do corpo).

Identificar fatores ambientais potencialmente desencadeadores de eventos ciclomórficos em cladóceros em lagoa marginal a um rio.

1. 3. Hipóteses

Ocorrem variações morfológicas periódicas e ao longo da ontogenia dos Cladocera que seguem padrões espécie-específicos diferenciados. Tais padrões podem ser analisados mediante o uso da técnica alométrica, bem como relacionados a fatores ambientais aos quais as populações são submetidas.

2. Material e Métodos

A caracterização da área de estudo (Lagoa do Camargo), bem como a descrição da metodologia de obtenção dos dados ambientais e amostragem dos organismos encontram-se representadas na seção Material e Métodos do primeiro capítulo do presente trabalho.

2.1. Crescimento alométrico

Para a análise das possíveis variações morfológicas presentes ao longo do período de coletas, as amostras qualitativas obtidas quinzenalmente foram analisadas sob estereomicroscópio, selecionando indivíduos do gênero *Daphnia* com o uso de pipeta Pasteur.

Objetivava-se mensurar cerca de 30 espécimes de *D. ambigua*, *D. gessneri* e *D. parvula* por amostra. No entanto, a identificação dos organismos foi confirmada somente após sua mensuração, mediante análise sob microscópio óptico da série de pectens na garra do pós-abdome.

Por conseguinte, e em virtude da abundância diferencial das espécies ao longo das amostragens, mediu-se por vezes um número muito superior de espécimes de *D. parvula* em relação aos demais táxons. No caso da ocorrência de um menor número de indivíduos por espécie, todos os espécimes encontrados foram medidos.

Cada indivíduo foi mensurado com o uso de microscópio óptico acoplado a um sistema de imagem Zeiss-Axiovision (150x) quanto ao comprimento do corpo (CCO, medida corporal padrão em Cladocera), largura do corpo (LCO), comprimento e largura

da cabeça (CCA e LCA), comprimento do espinho da carapaça (CES) e do elmo (CEL), quando presente, medidas passíveis de sofrer variações periódicas de tamanho ou taxa de crescimento.

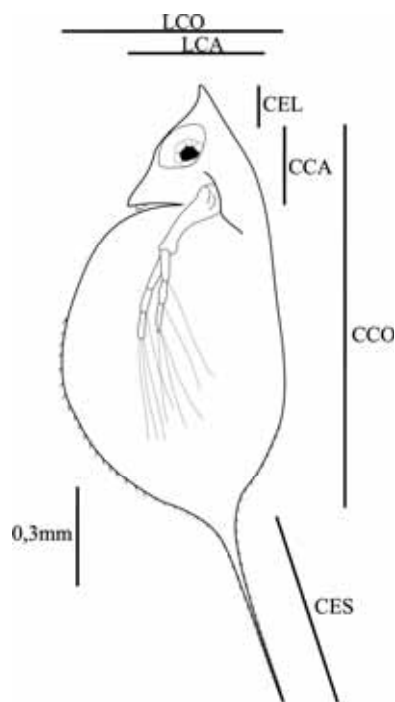


Figura 1. Esquema de *D. gessneri* (modificado de BENZIE, 2005) apresentando medidas obtidas.

A fim de detectar possíveis variações no tamanho corporal padrão dos indivíduos de cada espécie ao longo das amostragens foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis, complementado pelo teste *post hoc* de Dunn (para $\alpha=5\%$, ZAR, 1999) a partir de dados logaritmizados. O uso deste teste de variância não paramétrico foi justificado pela constatação da distribuição não normal dos dados de comprimento do corpo, produto de sua submissão ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk (para $\alpha=5\%$, ZAR, 1999). Os testes de normalidade e variância foram realizados com o uso do programa Sigma Plot 11 (SYSTAT SOFTWARE, 2008).

A associação entre as variáveis ambientais e o tamanho corporal dos indivíduos de cada espécie foi determinada com a Análise de Correlação de Spearman (para $\alpha=5\%$, ZAR, 1999), tendo em vista a distribuição não normal dos dados, que foram previamente logaritmizados, com exceção do pH. As correlações foram estabelecidas com o uso do programa Statistica 7.0 (STATSOFT, 2004).

As medidas das estruturas corporais foram logaritmizadas e submetidas a uma Análise de Regressão, com o uso do programa Statistica 7.0 (STATSOFT, 2004), originando uma função linear capaz de sistematizar sua relação e determinar seu crescimento relativo:

$$y=a+bx$$

Sendo:

y=medida logaritmizada da estrutura cujo crescimento desejou-se avaliar (LOGLCO, LOGCCA, LOGLCA, LOGCES e LOGCEL), variável dependente;

x=tamanho corporal padrão log-transformado (LOGCCO), variável independente;

a=ponto de intersecção da reta no eixo y;

b=inclinação da trajetória de crescimento de y contra x.

Segundo HUXLEY (1950), o crescimento relativo entre a estrutura analisada e o tamanho corporal total pode ser caracterizado a partir do valor da variável “b” obtida na equação que o descreve. Quando “b” é diferente de 1, o crescimento é alométrico positivo ($b>1$) ou negativo ($b<1$), indicando que a variável dependente, tamanho da estrutura cujo crescimento pretende-se determinar sofre uma taxa de incremento maior

ou menor em relação ao crescimento do corpo, respectivamente. Quando “b” é igual a 1, o crescimento da estrutura e do todo corporal é proporcional e considerado isométrico.

Dessa forma, foi construído para cada amostragem um gráfico representativo da relação entre as taxas de crescimento das estruturas corporais em análise e determinados a equação da reta que a descreve e o tipo de crescimento alométrico respectivo.

Para testar a igualdade entre as inclinações e os interceptos das retas quinzenais (constantes a e b das regressões lineares traçadas, respectivamente), atestando a potencial modificação da taxa de crescimento alométrico ao longo do tempo, os dados foram submetidos Análise de Covariância (ANCOVA) ($\alpha=0,05$) complementada pelo teste post hoc Unequal N HSD (Zar, 1999) com o uso do programa Statistica 7.0 (STATSOFT, 2004).

3. Resultados

Organismos amostrados e representativos de *D. ambigua* (N=119), *D. gessneri* (N=150) e *D. parvula* (N=721) diferiram quanto ao comprimento do corpo (Figura 2), quando considerado todo o período de amostragem. Medidas variaram de 341,6 a 717,6 μ m em *D. ambigua*, 423,4 a 1271,9 μ m em *D. gessneri* e 200,3 a 1216,1 μ m em *D. parvula*.

Analisando a variação temporal de tamanho para cada espécie, notou-se a ocorrência de *D. ambigua* de maior porte na amostragem de 23 de julho de 2008 e menor tamanho de *D. gessneri* em 29 de abril de 2009 e, para *D. parvula*, em 27 de junho e 17 de setembro (Figuras 3, 4 e 5).

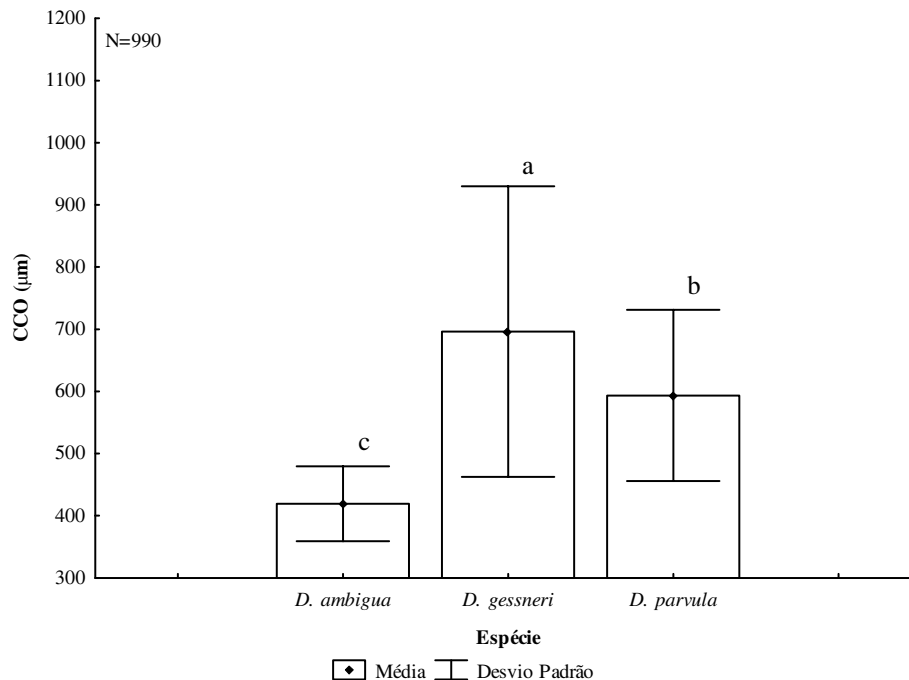


Figura 2. Comprimento do corpo (CCO, μ m) do total de espécimes mensurados. Barras com ao menos uma letra em comum não diferem significativamente (Kruskal-Wallis complementado por Dunn, $\alpha=5\%$).

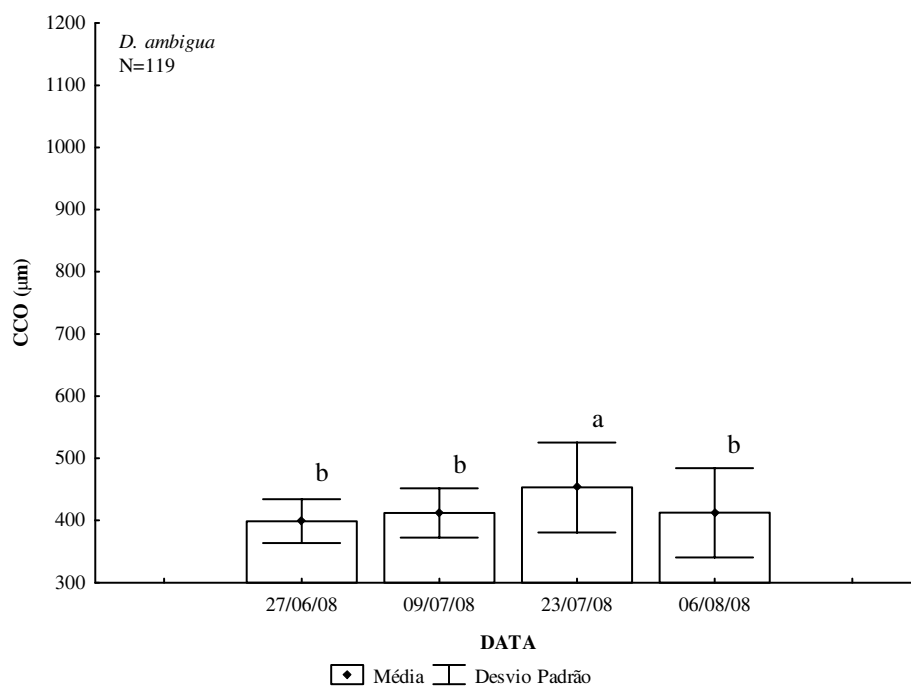


Figura 3. Comprimento do corpo (CCO, μm) em *D. ambigua*. Barras com ao menos uma letra em comum não diferem significativamente (Kruskal-Wallis complementado por Dunn, $\alpha=5\%$).

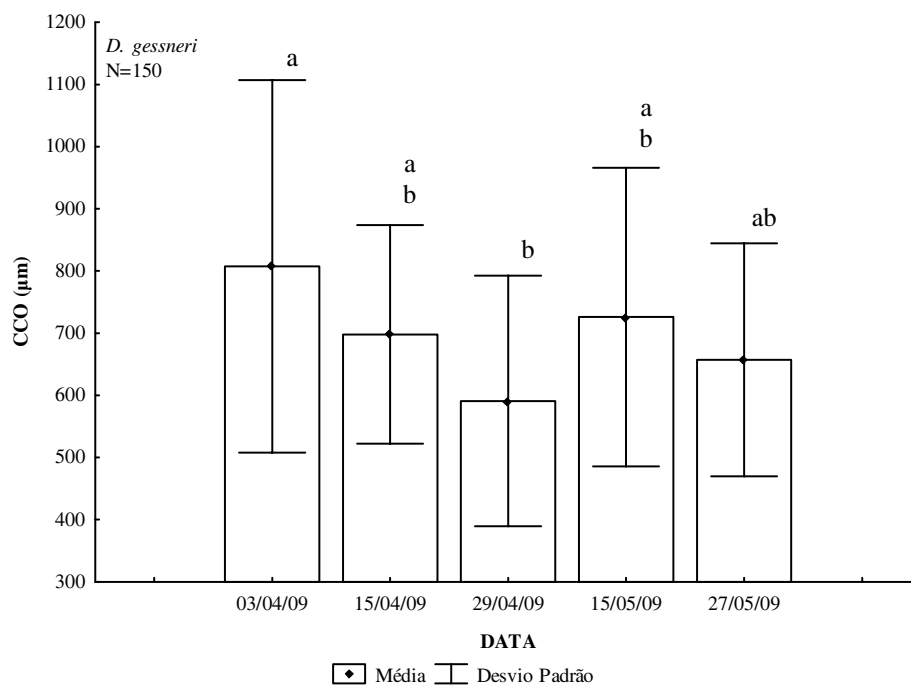


Figura 4. Comprimento do corpo (CCO, μm) em *D. gessneri*. Barras com ao menos uma letra em comum não diferem significativamente (Kruskal-Wallis complementado por Dunn, $\alpha=5\%$).

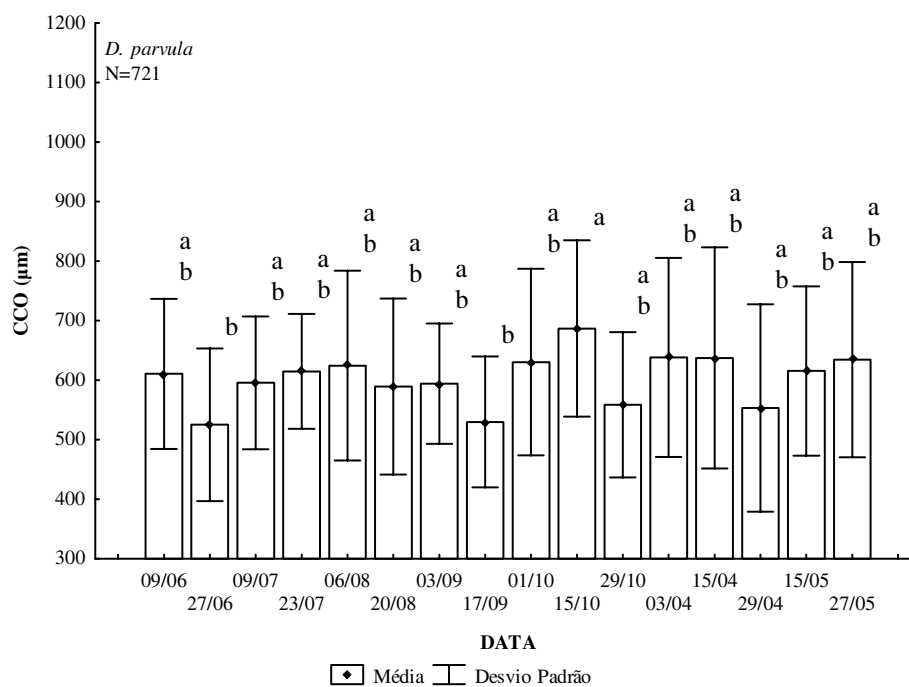


Figura 5. Comprimento do corpo (CCO, μm) em *D. parvula*. Barras com ao menos uma letra em comum não diferem significativamente (Kruskal-Wallis complementado por Dunn, $\alpha=5\%$).

Médias de comprimento do corpo não apresentaram quaisquer relações estatisticamente significativas com os fatores ambientais analisados pluviosidade, nível fluviométrico, volume e profundidade da lagoa, transparência (Disco de Secchi), concentração de material em suspensão total e suas frações orgânica e inorgânica, temperatura, pH, condutividade, oxigênio dissolvido, pigmentos totais, nitrogênio e fósforo total na água.

As retas representativas das relações isométricas estabelecidas entre o comprimento e largura do corpo em *D. ambigua* ao longo das amostragens não diferiram estatisticamente, permitindo o emprego de uma única equação para explicar o padrão de crescimento relativo das estruturas para a espécie (Figura 6).

O mesmo pode ser observado para *D. gessneri*, cujas relações por amostragem e para o total de organismos mensurados são representadas graficamente na Figura 7.

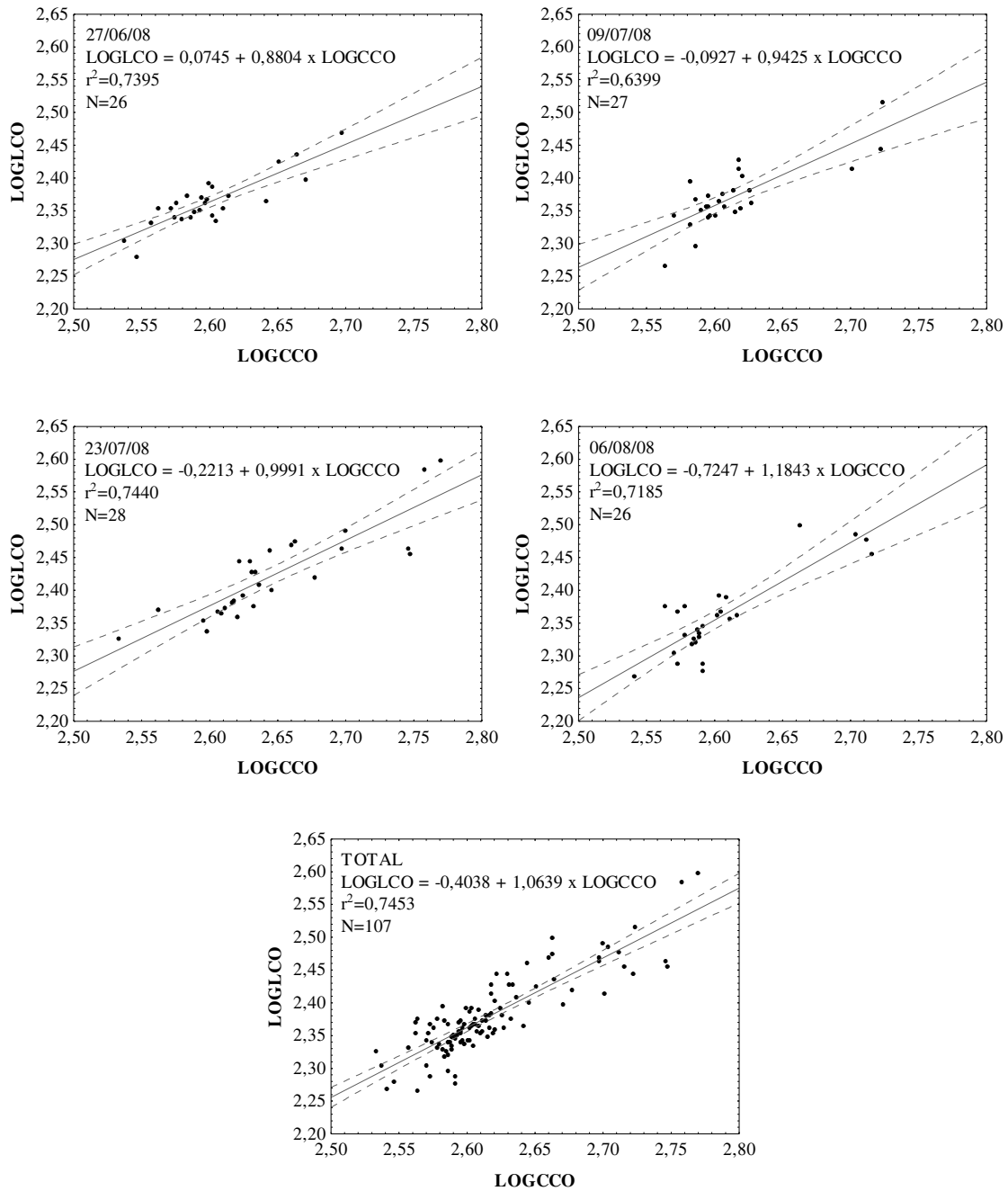


Figura 6. Gráficos representativos da relação entre valores logaritmizados do comprimento e largura do corpo (LOGCCO e LOGGLCO) de *D. ambigua* no período entre 27 de junho e 06 de agosto de 2008. Linhas sólidas = reta de regressão, linhas tracejadas = intervalo de confiança, 95%.

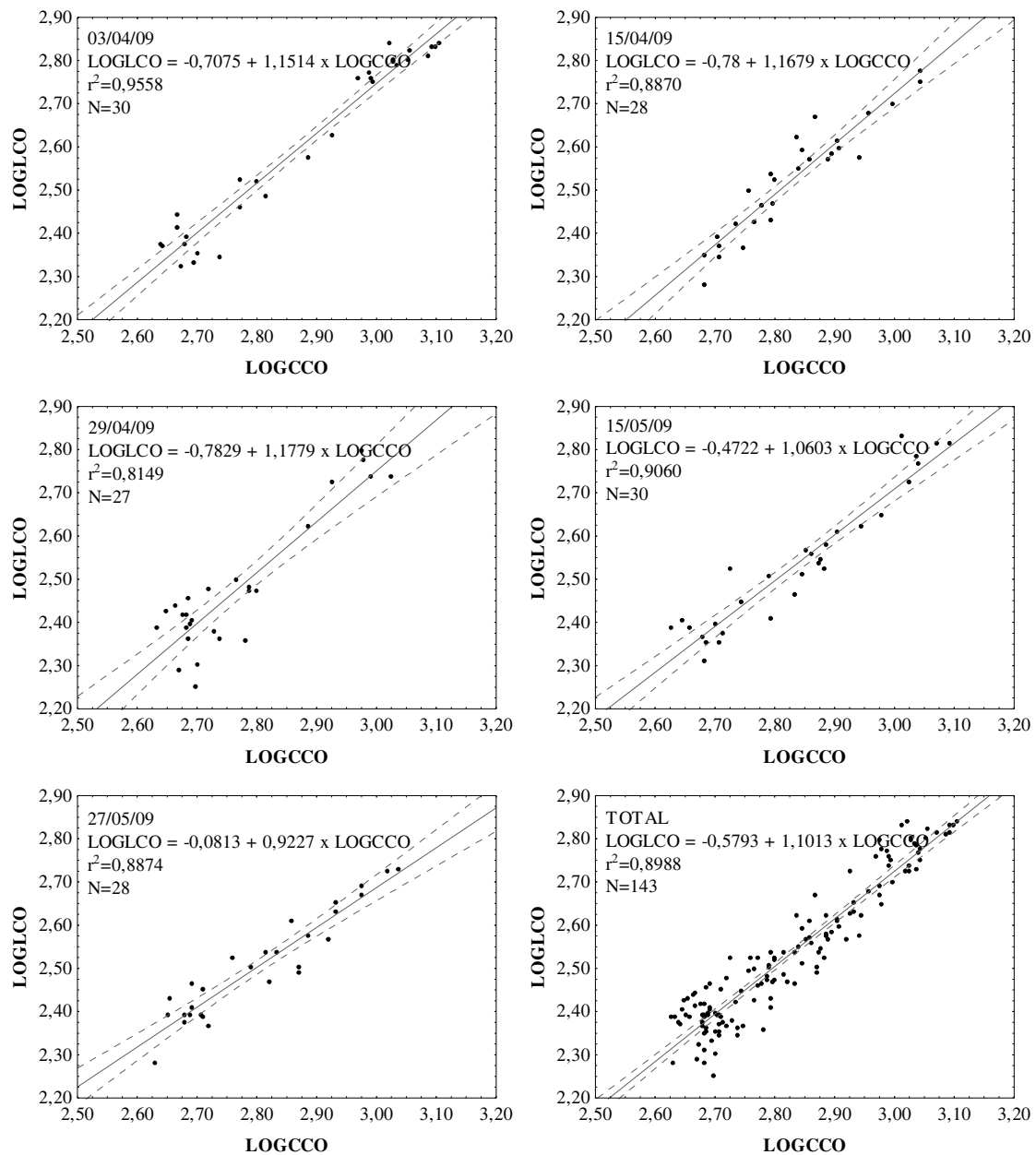


Figura 7. Gráficos representativos da relação entre valores logaritmizados do comprimento e largura do corpo (LOGCCO e LOGGLCO) de *D. gessneri* no período entre 03 de abril a 27 de maio de 2009. Linhas sólidas = reta de regressão, linhas tracejadas = intervalo de confiança, 95%.

Com relação a *D. parvula*, equações de reta representativas da relação entre comprimento e largura do corpo (Figura 8 a, b, c), que igualmente apontaram para o

crescimento isométrico das dimensões analisadas, apresentaram diferenças estatisticamente significativas ao longo das amostragens.

Exceções foram registradas entre as regressões de 09 e 23 de julho e 06 de agosto de 2008; 20 de agosto e 03 de setembro de 2008; 03 e 15 de abril de 2009; e 15 e 27 de maio de 2009, reagrupadas e representadas na Figura 9.

Regressões geradas utilizando dados de todos os indivíduos mensurados por espécie diferiram significativamente, apesar de registrarem igualmente o crescimento proporcional equitativo entre as duas dimensões analisadas.

As regressões referentes à relação entre comprimento do corpo e da cabeça em *D. ambigua* revelaram a manutenção do padrão isométrico de crescimento ao longo das amostragens (Figura 10). O mesmo padrão foi apresentado para *D. gessneri* (Figura 11) e *D. parvula* (Figura 12 a, b, c).

No entanto, diferenças estatisticamente significativas foram encontradas entre as retas representativas desta relação ao longo das amostragens nestas duas espécies. Para *D. gessneri*, todas as retas diferiram entre si, enquanto que para *D. parvula*, retas semelhantes (09 e 27 de junho e 09 de julho; 23 de julho, 06 e 20 de agosto e 03 de setembro de 2008; 03 e 15 de abril; e 15 e 27 de maio de 2009) tiveram seus dados agrupados e regressões recalculadas (Figura 13). Diferenças estatisticamente significativas foram observadas entre as regressões calculadas para cada espécie para o total de indivíduos.

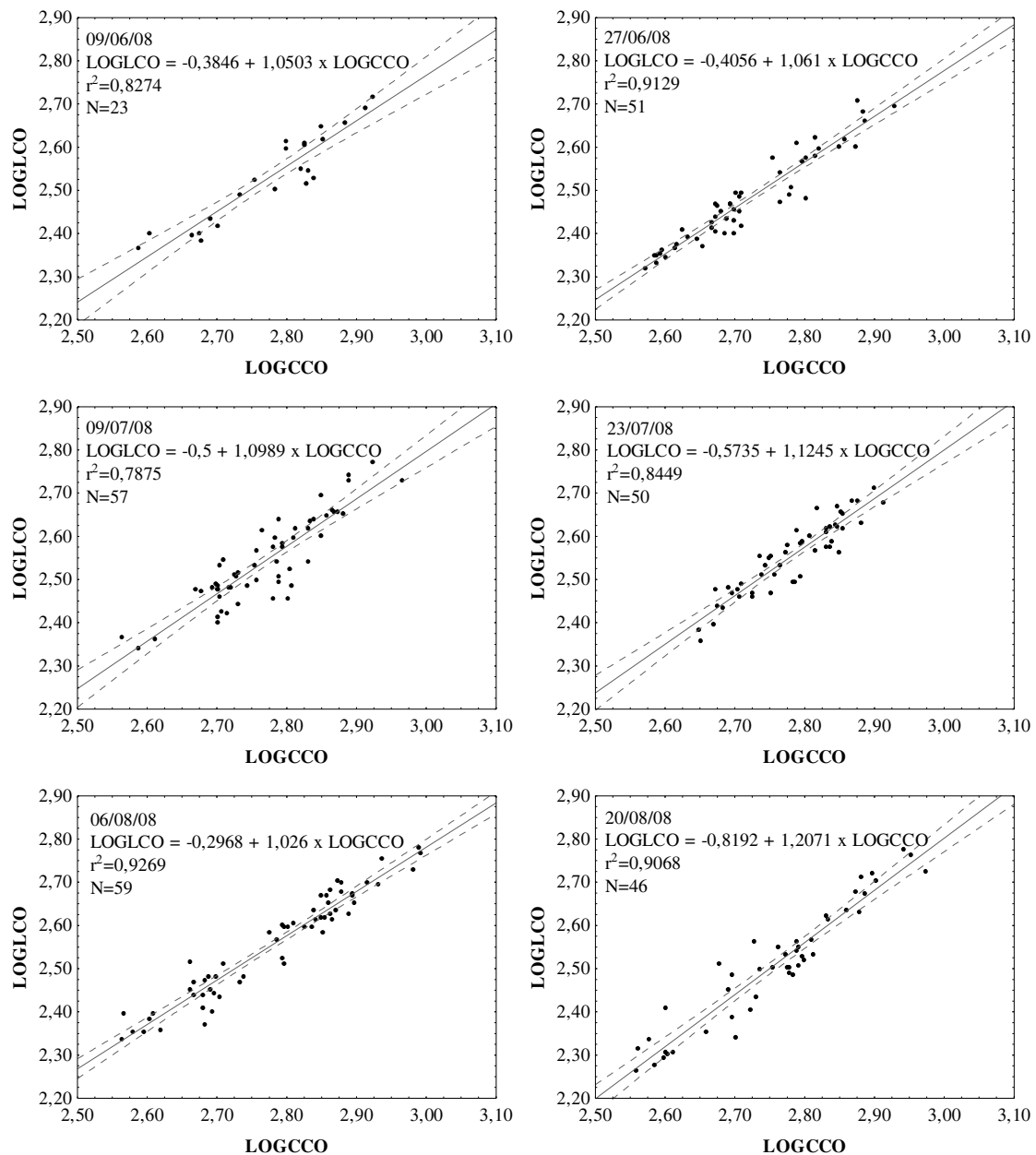


Figura 8a. Gráficos representativos da relação entre valores logaritmizados do comprimento e largura do corpo (LOGCCO e LOGGLCO) de *D. parvula* no período entre 09 de junho a 29 de outubro de 2008 e 03 de abril a 27 de maio de 2009. Linhas sólidas = reta de regressão, linhas tracejadas = intervalo de confiança, 95%.

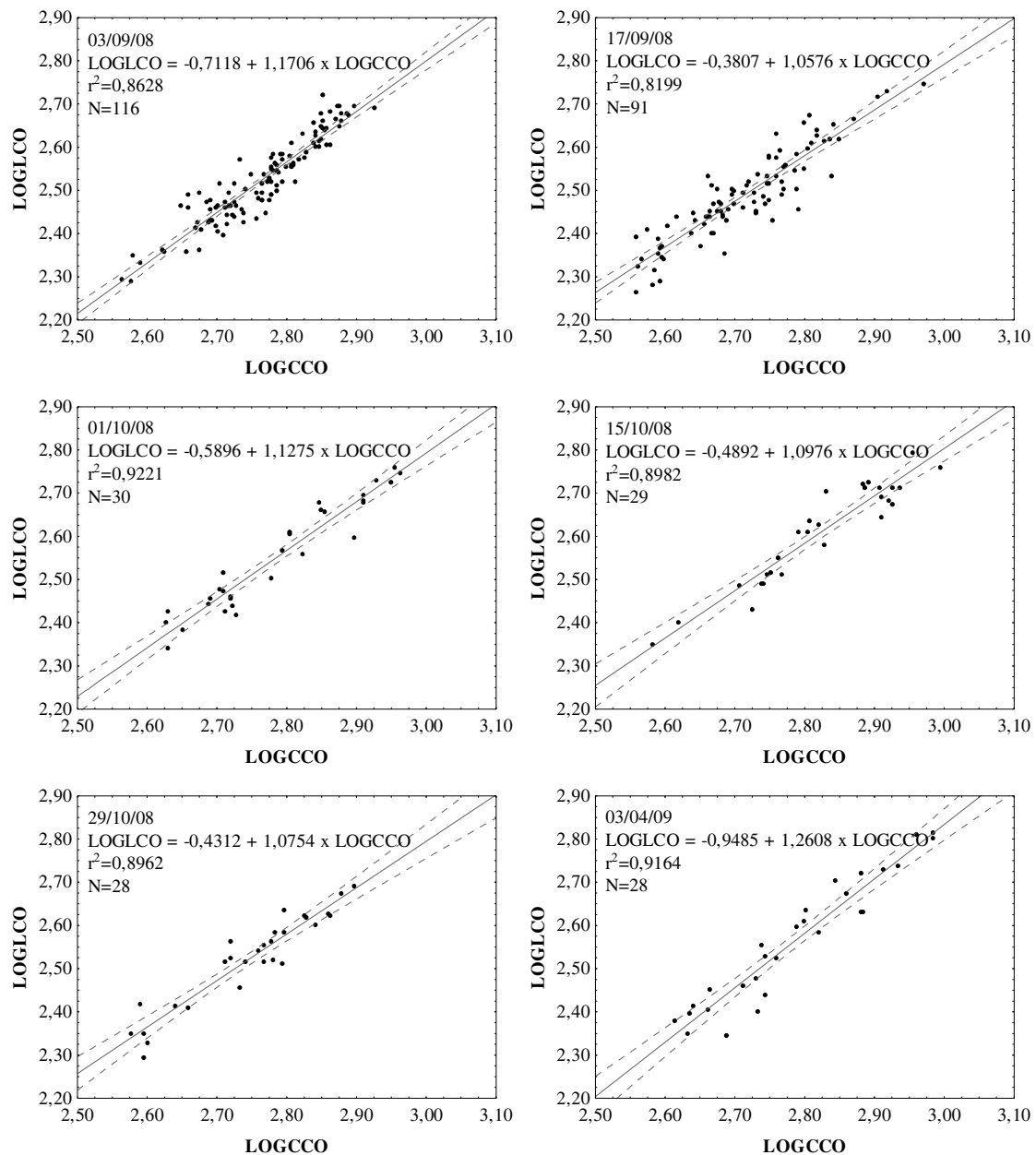


Figura 8b. Gráficos representativos da relação entre valores logaritmizados do comprimento e largura do corpo (LOGCCO e LOGGLCO) de *D. parvula* no período entre 09 de junho a 29 de outubro de 2008 e 03 de abril a 27 de maio de 2009. Linhas sólidas = reta de regressão, linhas tracejadas = intervalo de confiança, 95%.

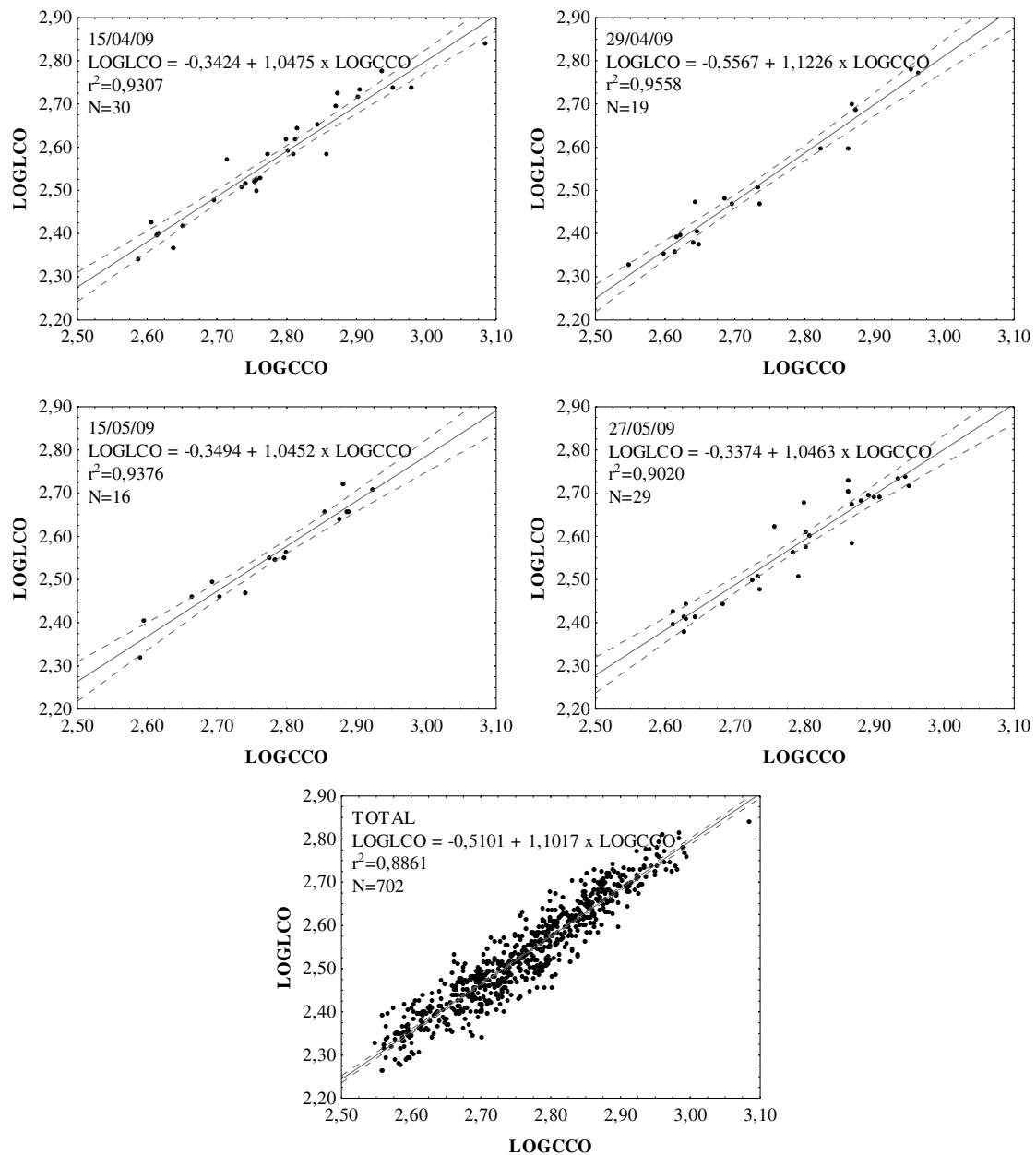


Figura 8c. Gráficos representativos da relação entre valores logaritmizados do comprimento e largura do corpo (LOGCCO e LOGGLCO) de *D. parvula* no período entre 09 de junho a 29 de outubro de 2008 e 03 de abril a 27 de maio de 2009. Linhas sólidas = reta de regressão, linhas tracejadas = intervalo de confiança, 95%.

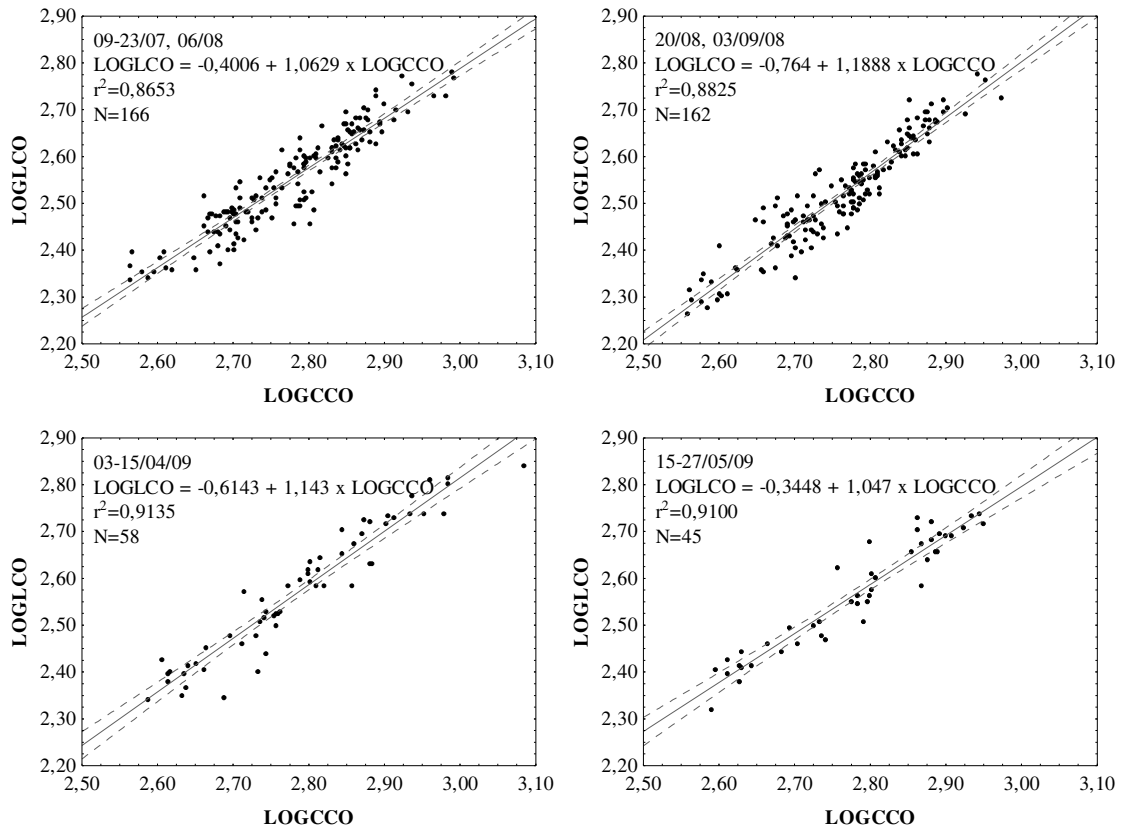


Figura 9. Gráficos representativos da relação entre valores logaritmizados do comprimento e largura do corpo (LOGCCO e LOGGLCO) de *D. parvula* gerados com base em regressões que não apresentaram diferenças significativas entre amostragens. Linhas sólidas = reta de regressão, linhas tracejadas = intervalo de confiança, 95%.

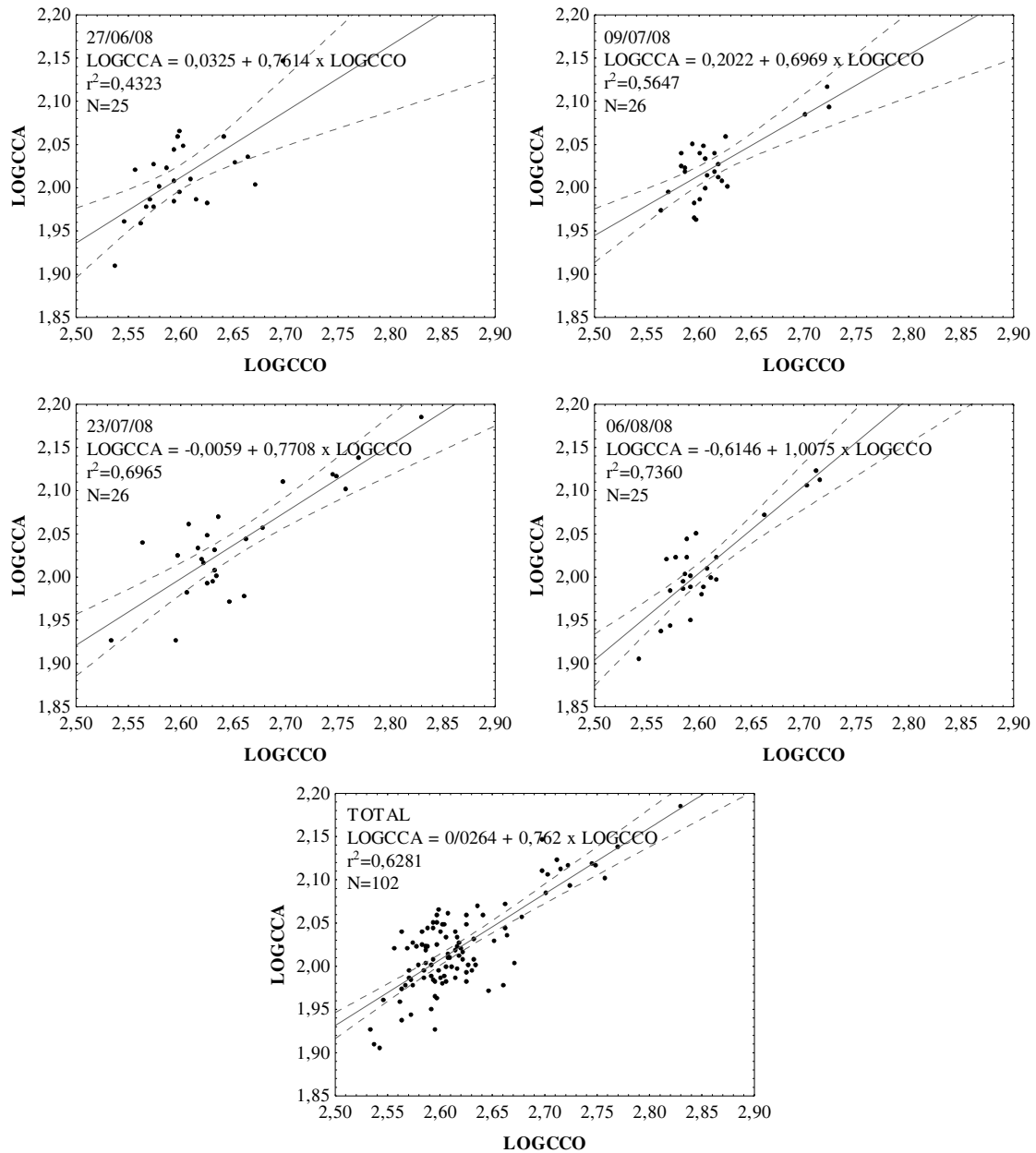


Figura 10. Gráficos representativos da relação entre valores logaritmizados do comprimento do corpo e da cabeça (LOGCCO e LOGCCA) de *D. ambigua* no período entre 27 de junho e 06 de agosto de 2008. Linhas sólidas = reta de regressão, linhas tracejadas = intervalo de confiança, 95%.

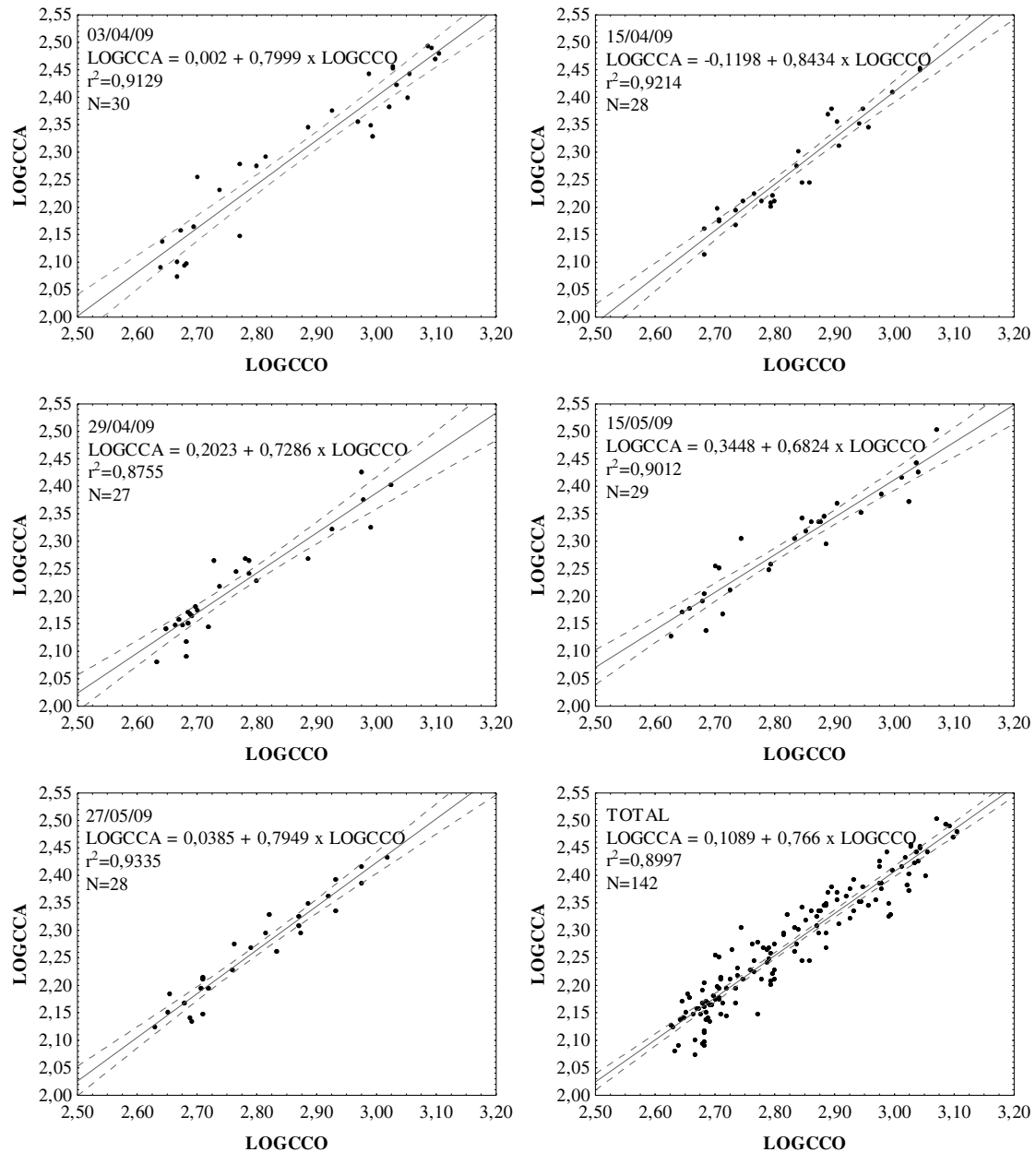


Figura 11. Gráficos representativos da relação entre valores logaritmizados do comprimento do corpo e da cabeça (LOGCCO e LOGCCA) de *D. gessneri* no período entre 03 de abril a 27 de maio de 2009. Linhas sólidas = reta de regressão, linhas tracejadas = intervalo de confiança, 95%.

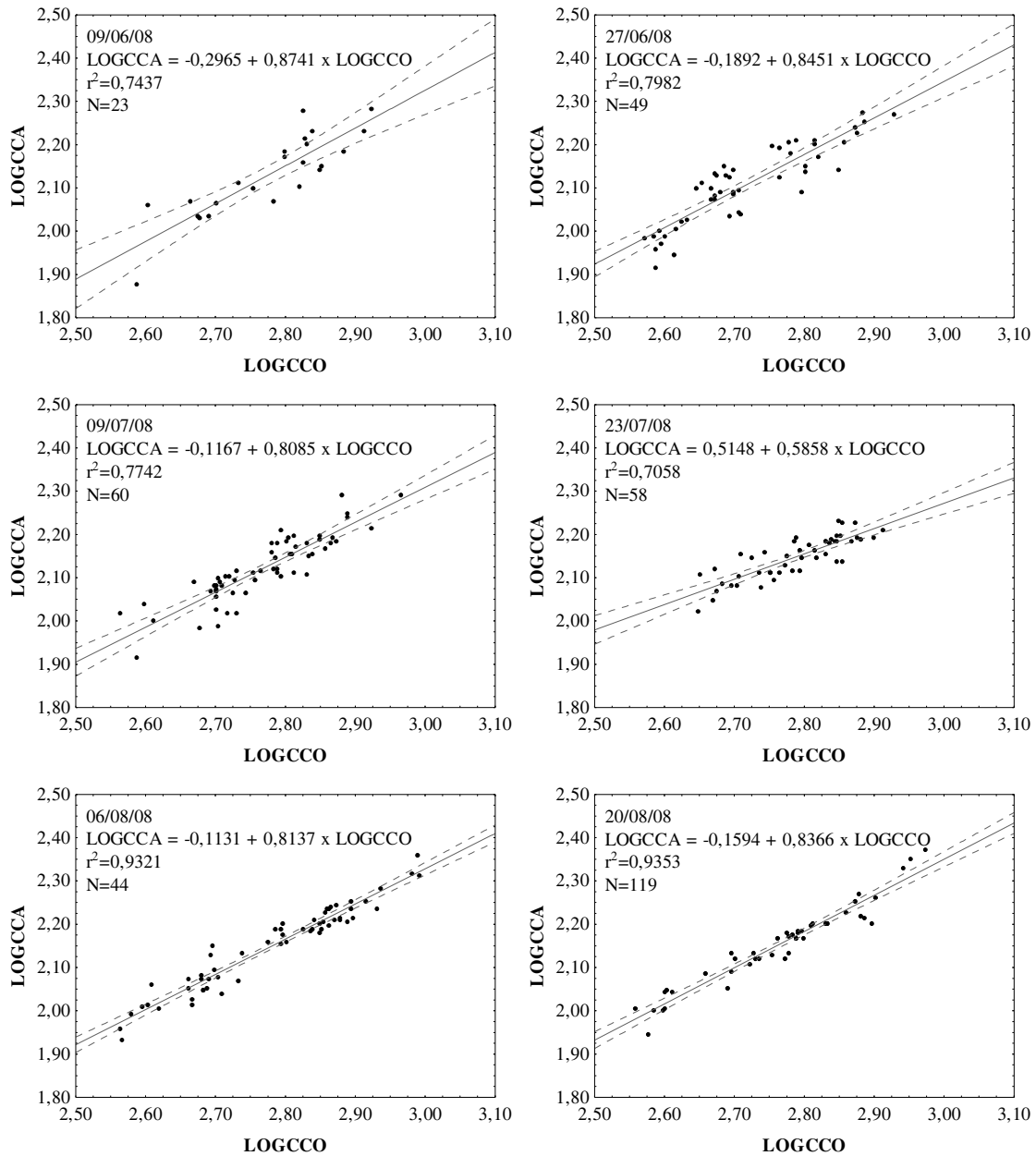


Figura 12a. Gráficos representativos da relação entre valores logaritmizados do comprimento do corpo e da cabeça (LOGCCO e LOGCCA) de *D. parvula* no período entre 09 de junho a 29 de outubro de 2008 e 03 de abril a 27 de maio de 2009. Linhas sólidas = reta de regressão, linhas tracejadas = intervalo de confiança, 95%.

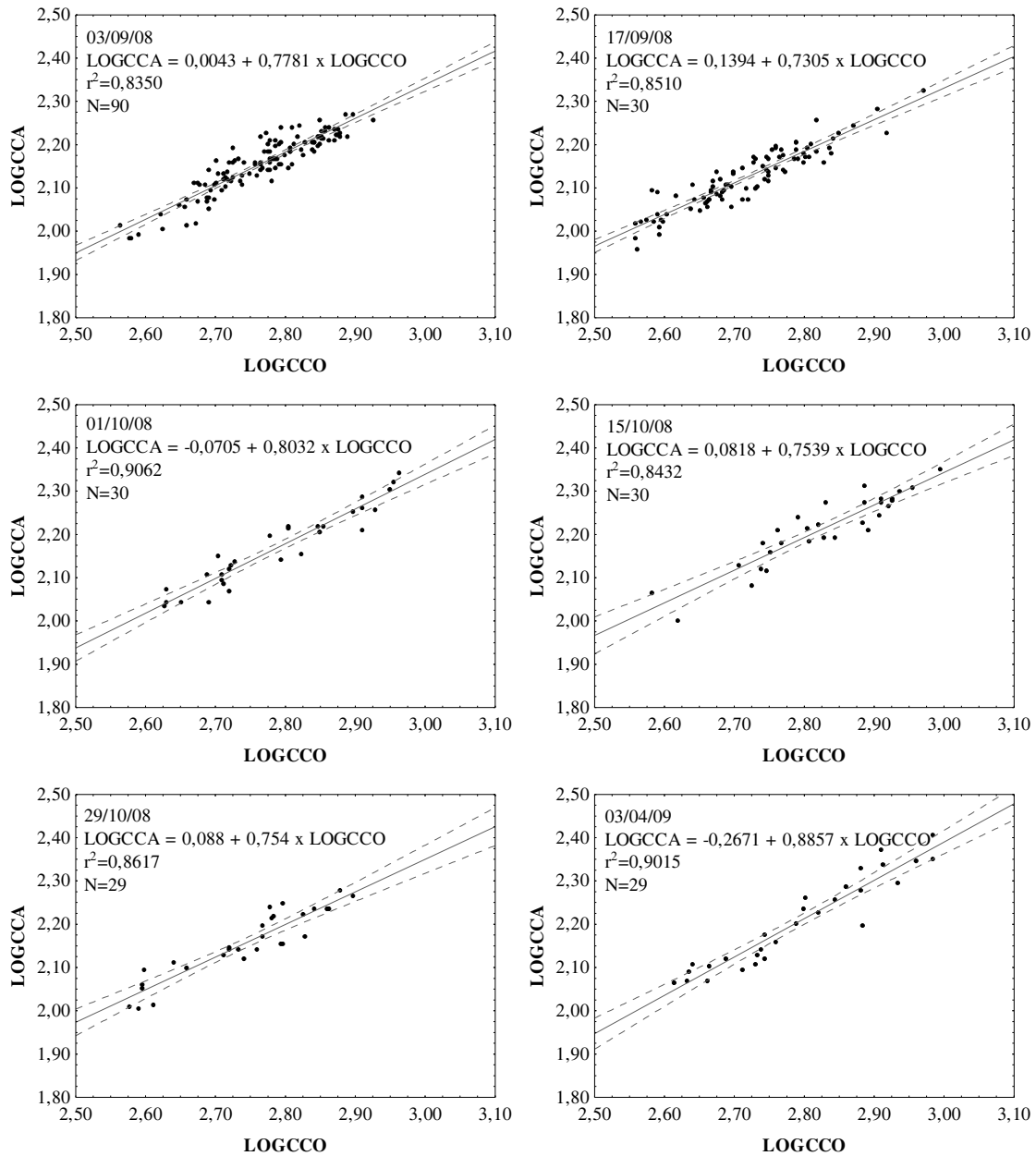


Figura 12b. Gráficos representativos da relação entre valores logaritmizados do comprimento do corpo e da cabeça (LOGCCO e LOGCCA) de *D. parvula* no período entre 09 de junho a 29 de outubro de 2008 e 03 de abril a 27 de maio de 2009. Linhas sólidas = reta de regressão, linhas tracejadas = intervalo de confiança, 95%.

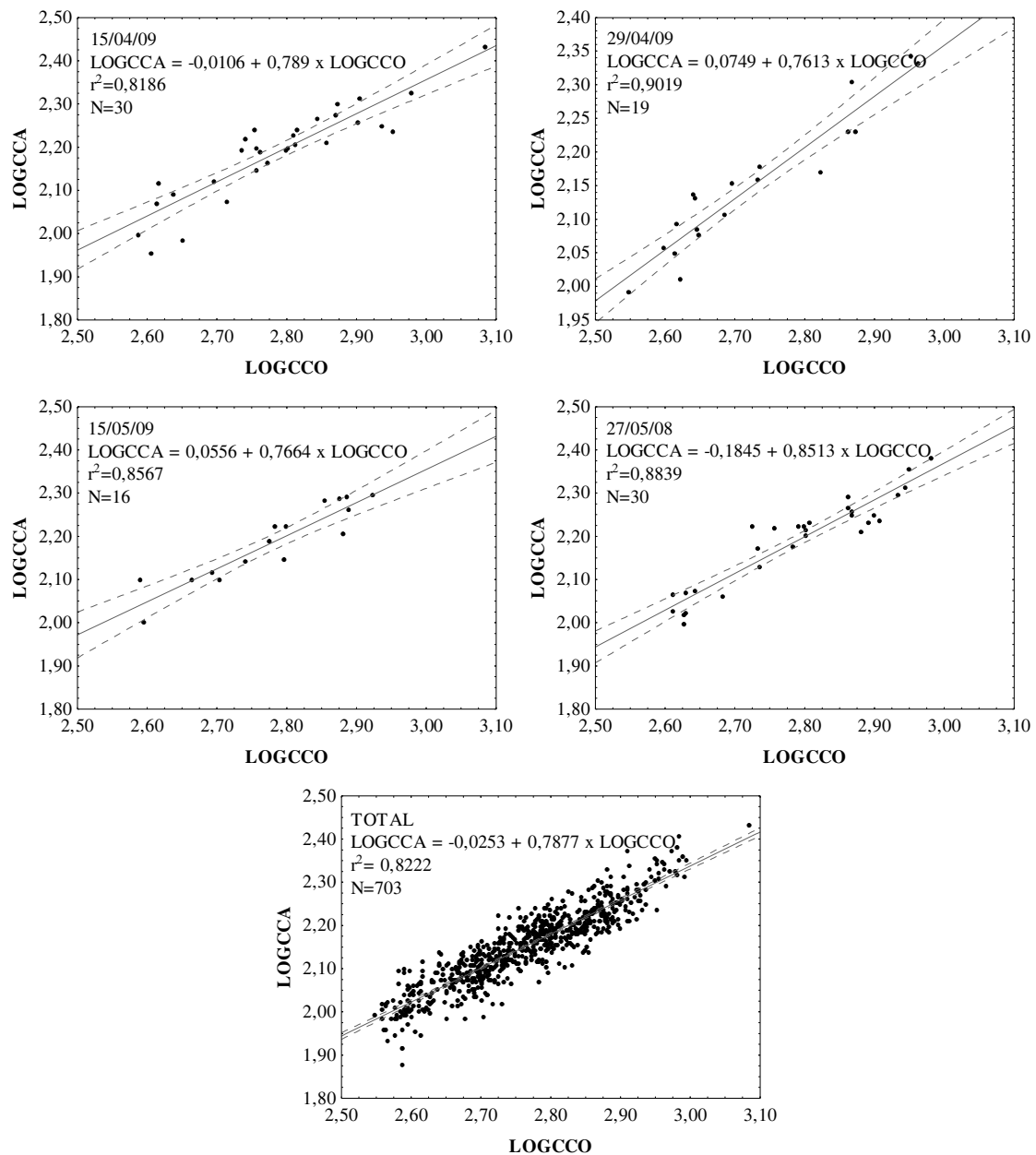


Figura 12c. Gráficos representativos da relação entre valores logaritmizados do comprimento do corpo e da cabeça (LOGCCO e LOGCCA) de *D. parvula* no período entre 09 de junho a 29 de outubro de 2008 e 03 de abril a 27 de maio de 2009. Linhas sólidas = reta de regressão, linhas tracejadas = intervalo de confiança, 95%.

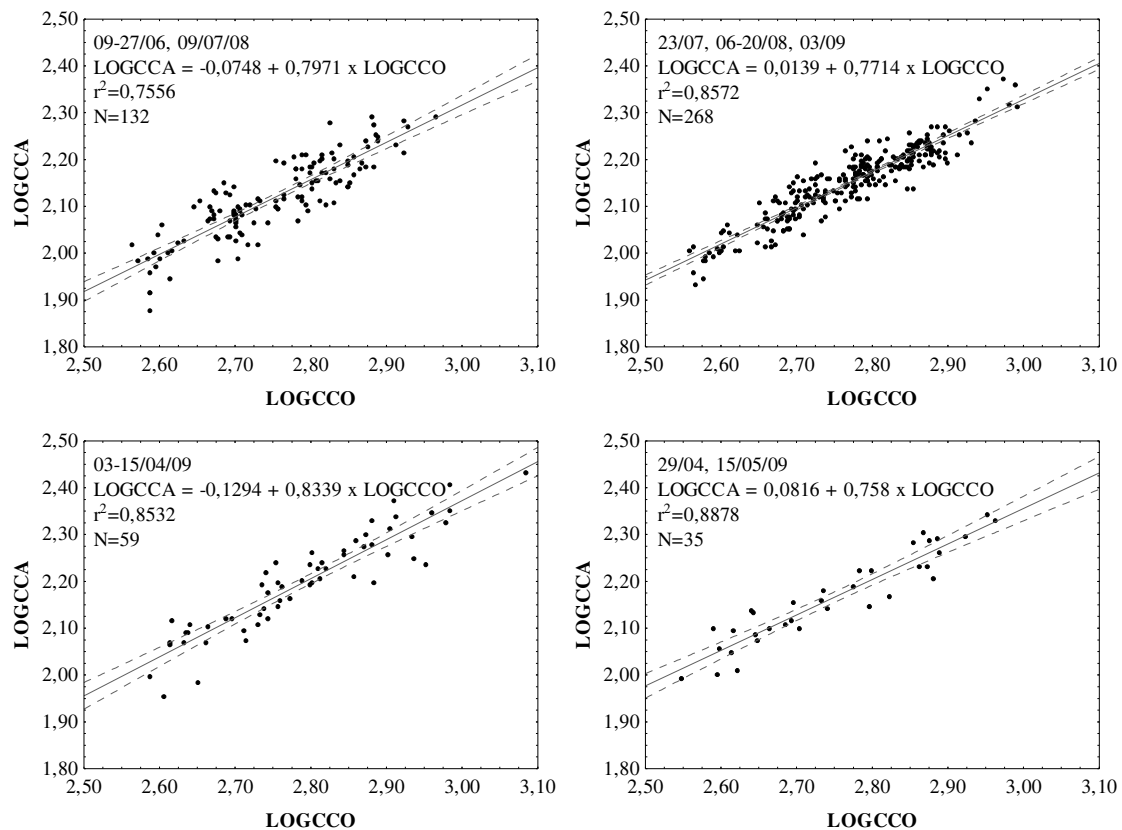


Figura 13. Gráficos representativos da relação entre valores logaritmizados do comprimento do corpo e da cabeça (LOGCCO e LOGCCA) de *D. parvula* gerados com base em regressões que não apresentaram diferenças significativas entre amostragens. Linhas sólidas = reta de regressão, linhas tracejadas = intervalo de confiança, 95%.

Regressões estabelecidas entre o comprimento do corpo e largura da cabeça não diferiram estatisticamente entre as amostragens para as espécies *D. ambigua* e *D. gessneri* e revelaram o padrão isométrico de crescimento entre as dimensões analisadas (Figura 14 e 15).

O mesmo padrão foi encontrado para *D. parvula* (Figura 16 a, b, c), porém diferenças significativas entre as amostragens impedem que a reta traçada com base nas medidas de todos os espécimes os represente adequadamente, estimulando a construção de gráficos, agrupando dados de regressões que não diferem entre si (27 de junho, 09 e 23 de julho; 06 e 20 de agosto e 03 de setembro; 01 e 15 de outubro de 2008; 03 e 15 de

abril; e 15 e 27 de maio de 2009, Figura 17). Regressões envolvendo todos os indivíduos medidos diferiram significativamente entre as espécies.

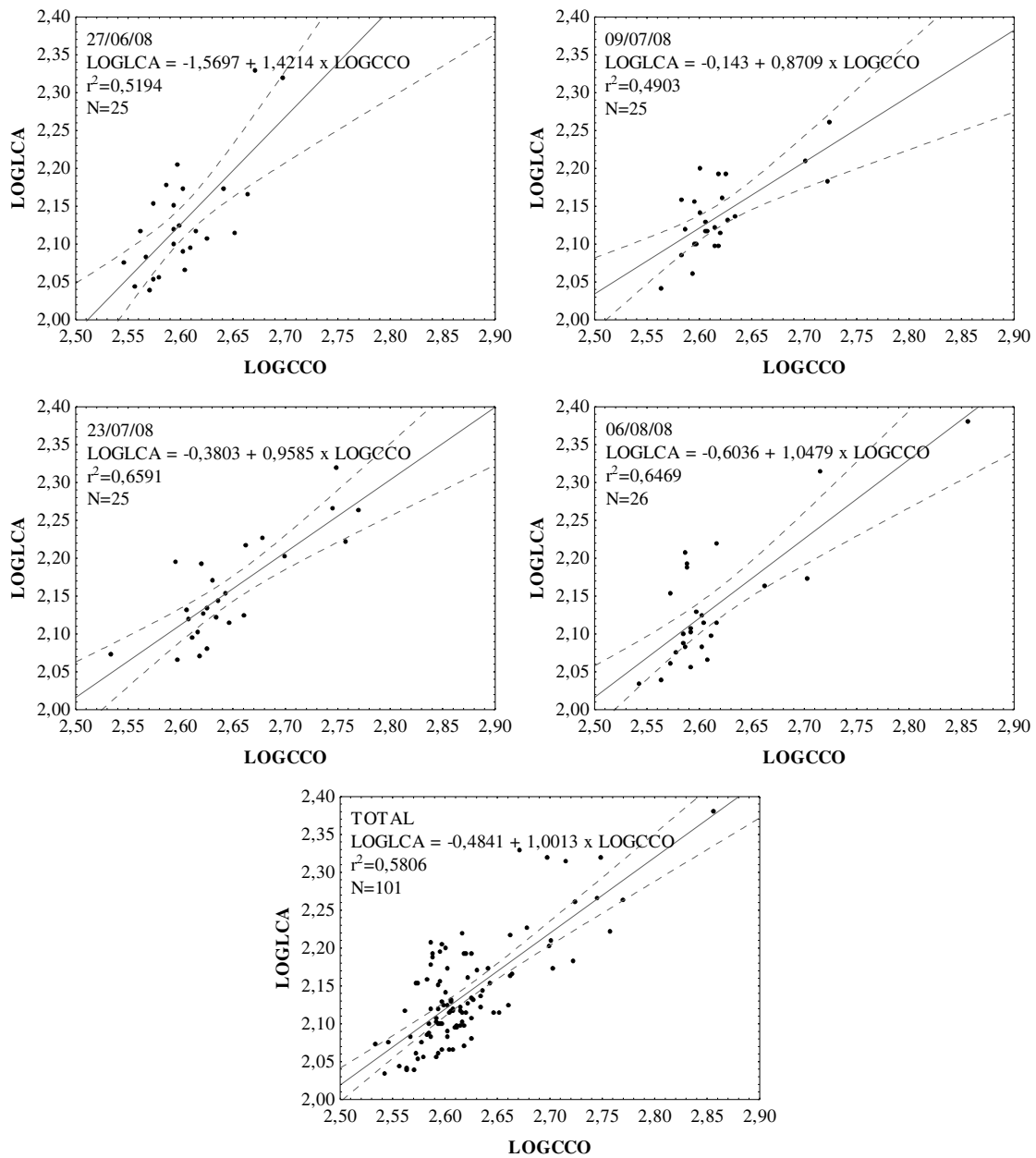


Figura 14. Gráficos representativos da relação entre valores logaritmizados do comprimento do corpo e largura da cabeça (LOGCCO e LOGGLCA) de *D. ambigua* no período entre 27 de junho e 06 de agosto de 2008. Linhas sólidas = reta de regressão, linhas tracejadas = intervalo de confiança, 95%.

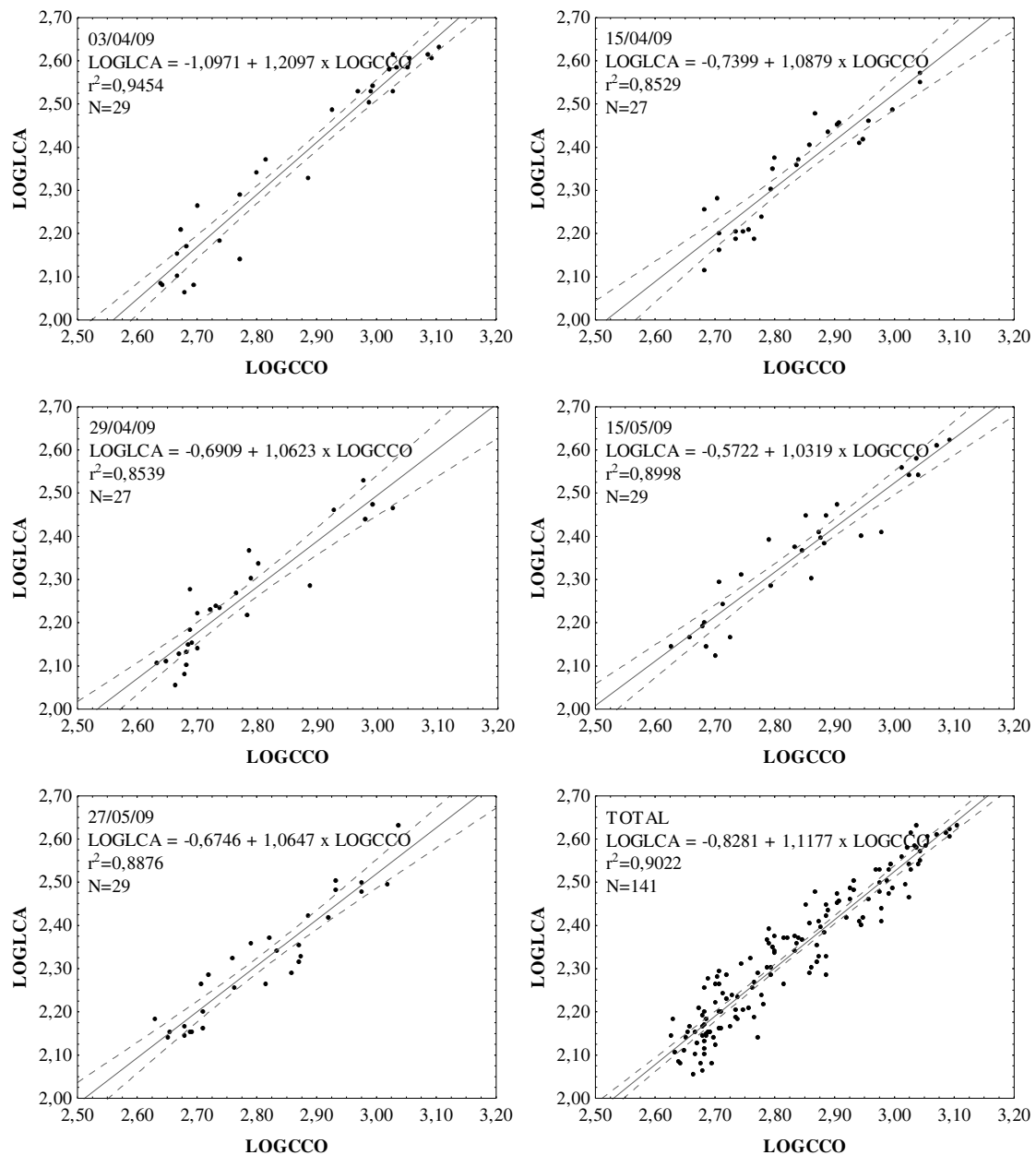


Figura 15. Gráficos representativos da relação entre valores logaritmizados do comprimento do corpo e largura da cabeça (LOGCCO e LOGGLCA) de *D. gessneri* no período entre 03 de abril a 27 de maio de 2009. Linhas sólidas = reta de regressão, linhas tracejadas = intervalo de confiança, 95%.

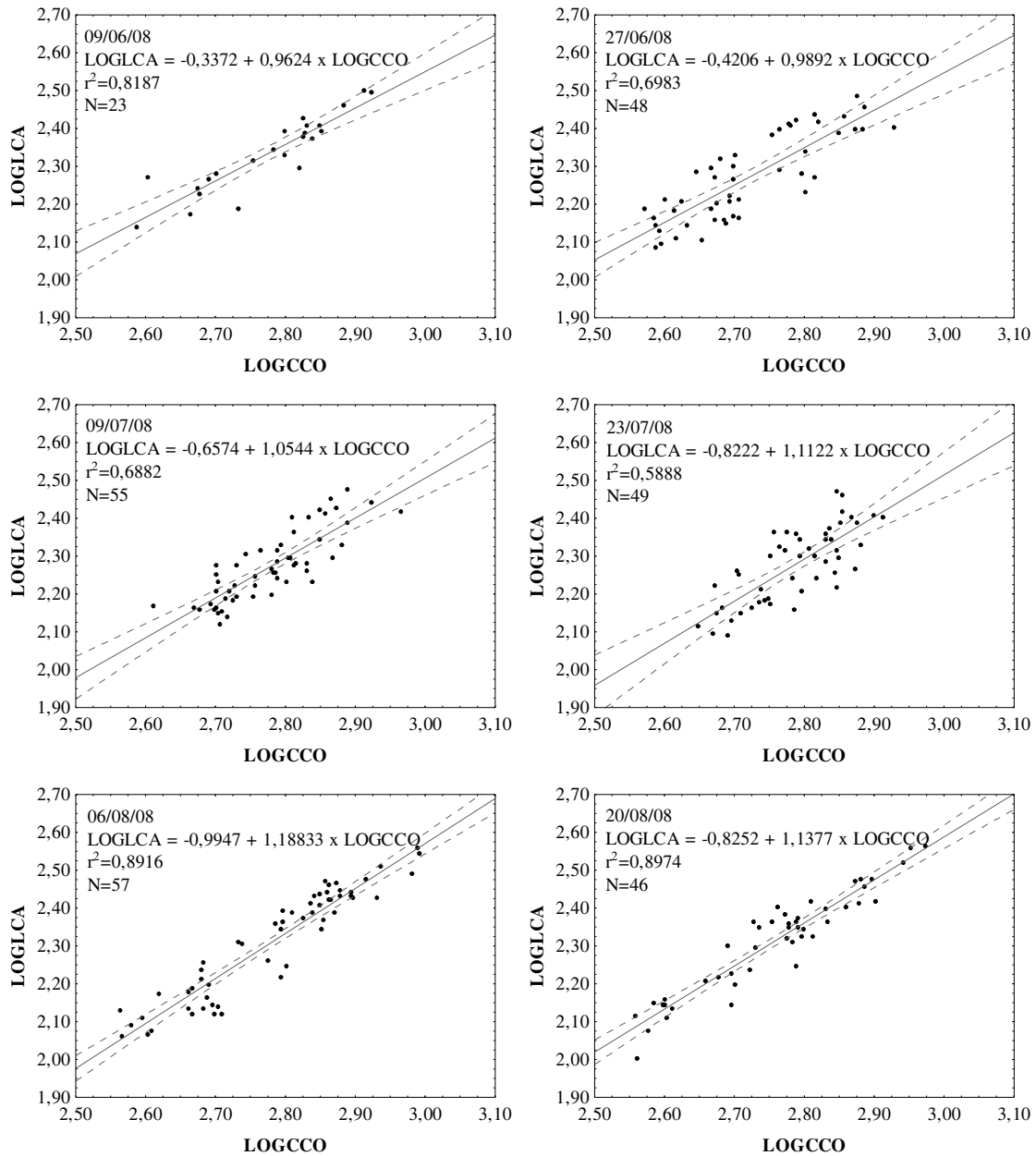


Figura 16a. Gráficos representativos da relação entre valores logaritmizados do comprimento do corpo e largura da cabeça (LOGCCO e LOGGLCA) de *D. parvula* no período entre 09 de junho a 29 de outubro de 2008 e 03 de abril a 27 de maio de 2009. Linhas sólidas = reta de regressão, linhas tracejadas = intervalo de confiança, 95%.

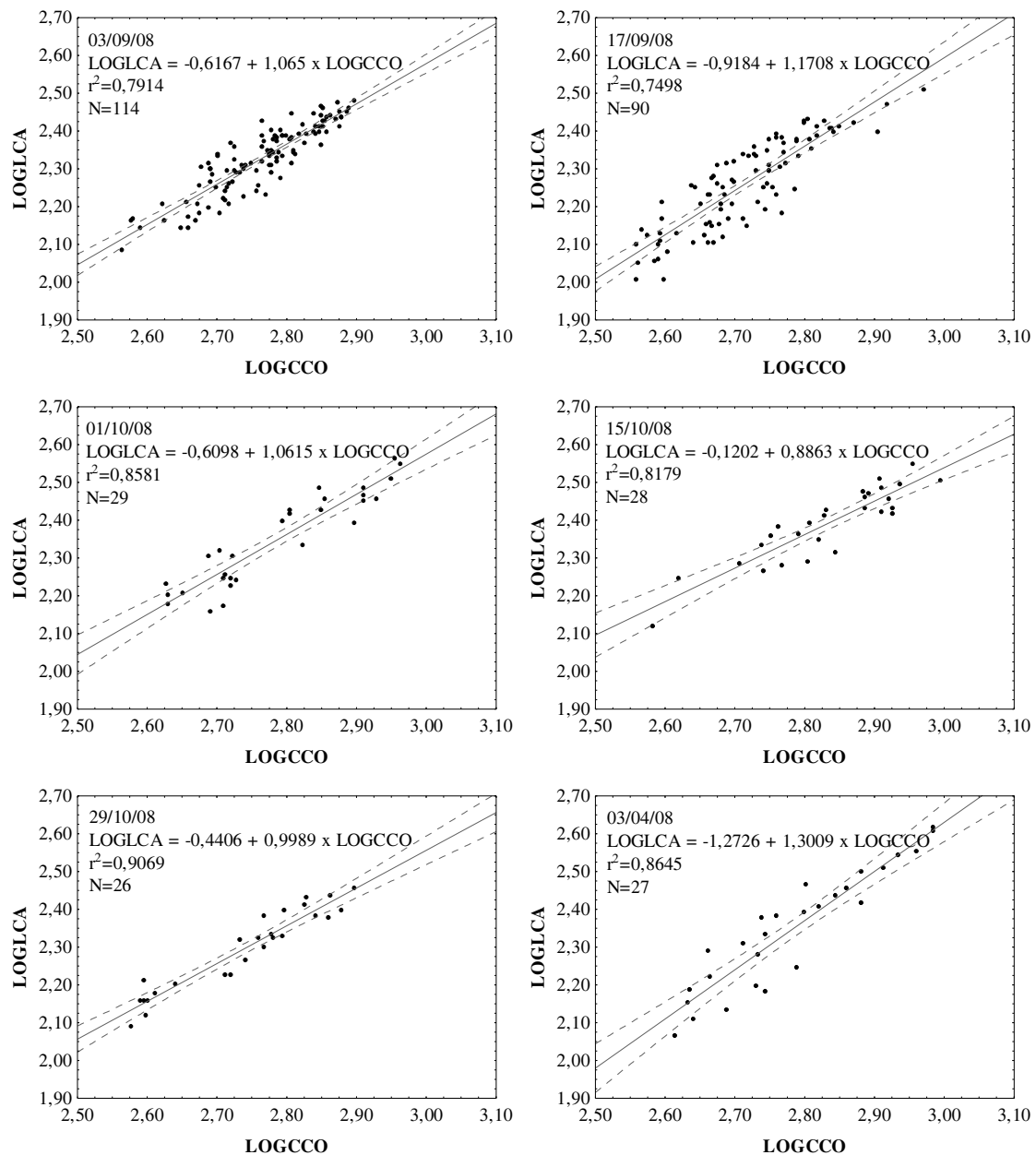


Figura 16b. Gráficos representativos da relação entre valores logaritmizados do comprimento do corpo e largura da cabeça (LOGCCO e LOGGLCA) de *D. parvula* no período entre 09 de junho a 29 de outubro de 2008 e 03 de abril a 27 de maio de 2009. Linhas sólidas = reta de regressão, linhas tracejadas = intervalo de confiança, 95%.

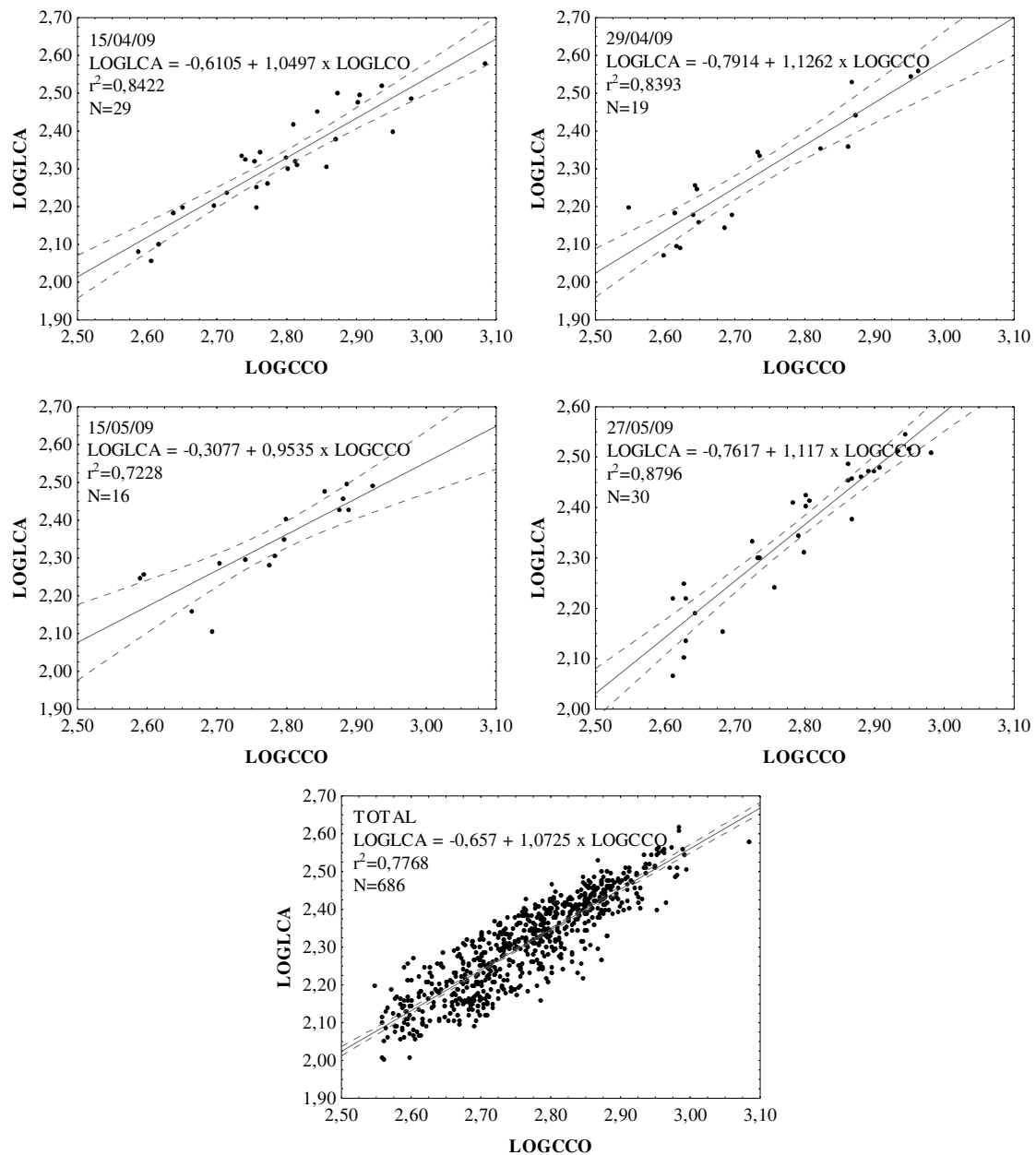


Figura 16c. Gráficos representativos da relação entre valores logaritmizados do comprimento do corpo e largura da cabeça (LOGCCO e LOGGLCA) de *D. parvula* no período entre 09 de junho a 29 de outubro de 2008 e 03 de abril a 27 de maio de 2009. Linhas sólidas = reta de regressão, linhas tracejadas = intervalo de confiança, 95%.

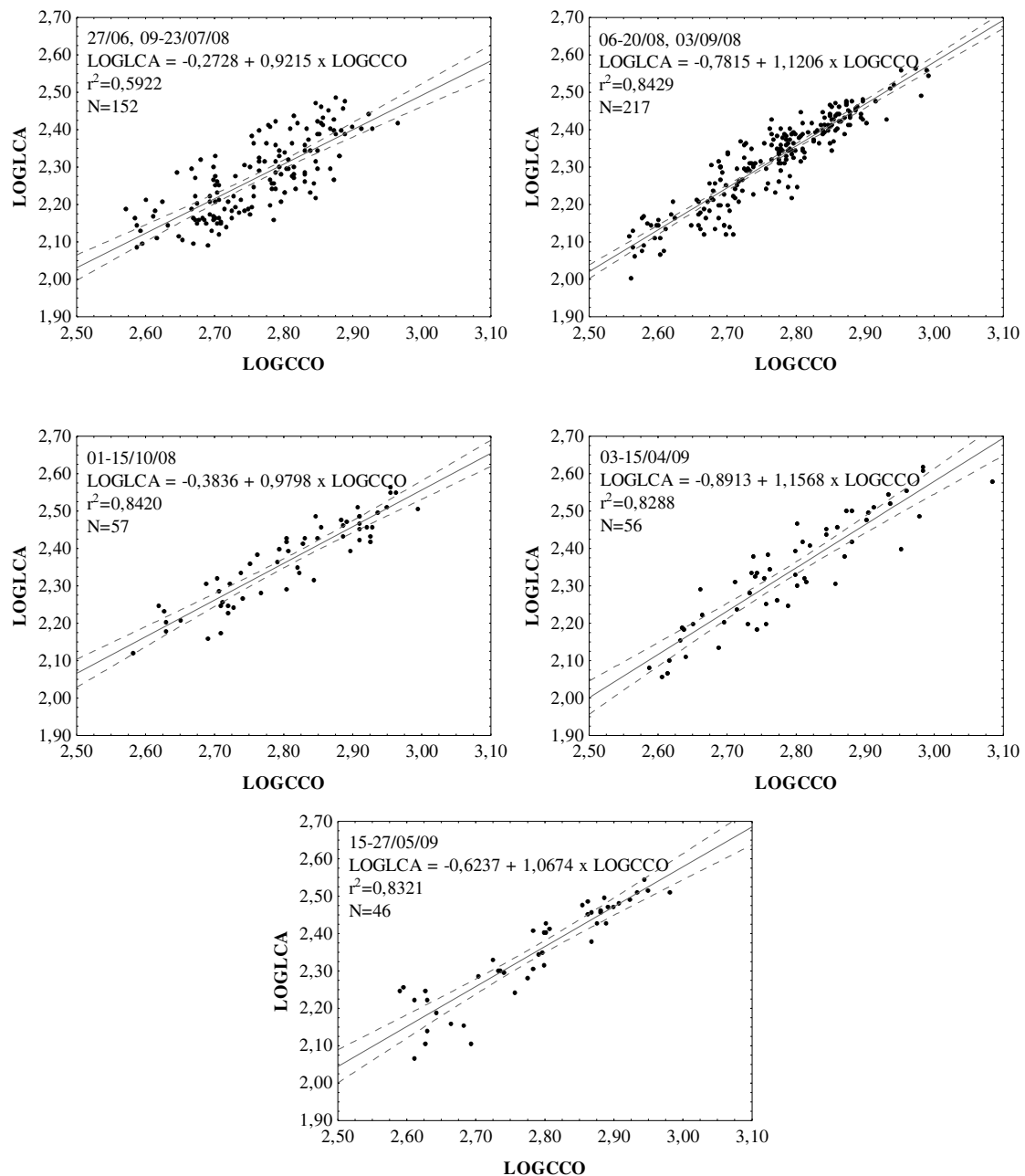


Figura 17. Gráficos representativos da relação entre valores logaritimizados do comprimento do corpo e largura da cabeça (LOGCCO e LOGLCA) de *D. parvula* gerados com base em regressões que não apresentaram diferenças significativas entre amostragens.

Somente para *D. gessneri* foi possível determinar equações de reta que representam adequadamente a distribuição dos dados para a relação entre o comprimento do corpo e do espinho da carapaça (Figura 18). Tratam-se de regressões

que diferem estatisticamente entre as amostragens e apontam para a isometria entre as dimensões analisadas.

Para *D. ambigua* e *D. parvula* as relações estabelecidas a cada amostragem entre o comprimento do corpo e do espinho da carapaça (Figuras 19 e 20) resultaram em regressões com baixíssimo coeficiente de determinação (r^2), indicando que as equações de reta obtidas não poderiam representar a contento a distribuição das medidas.

Fato semelhante foi constatado para a relação estabelecida entre o comprimento do corpo e do elmo em *D. gessneri*, única espécie a apresentar a estrutura durante o desenvolvimento do presente trabalho, com medidas de coeficiente de determinação um pouco mais altas, porém inferiores a 0,5; indicando que menos de 50% dos pontos poderiam ser representados pela equação de reta obtida (Figura 21).

Dessa forma, mostrou-se improdutivo fazer a comparação das retas obtidas a cada amostragem para as citadas relações.

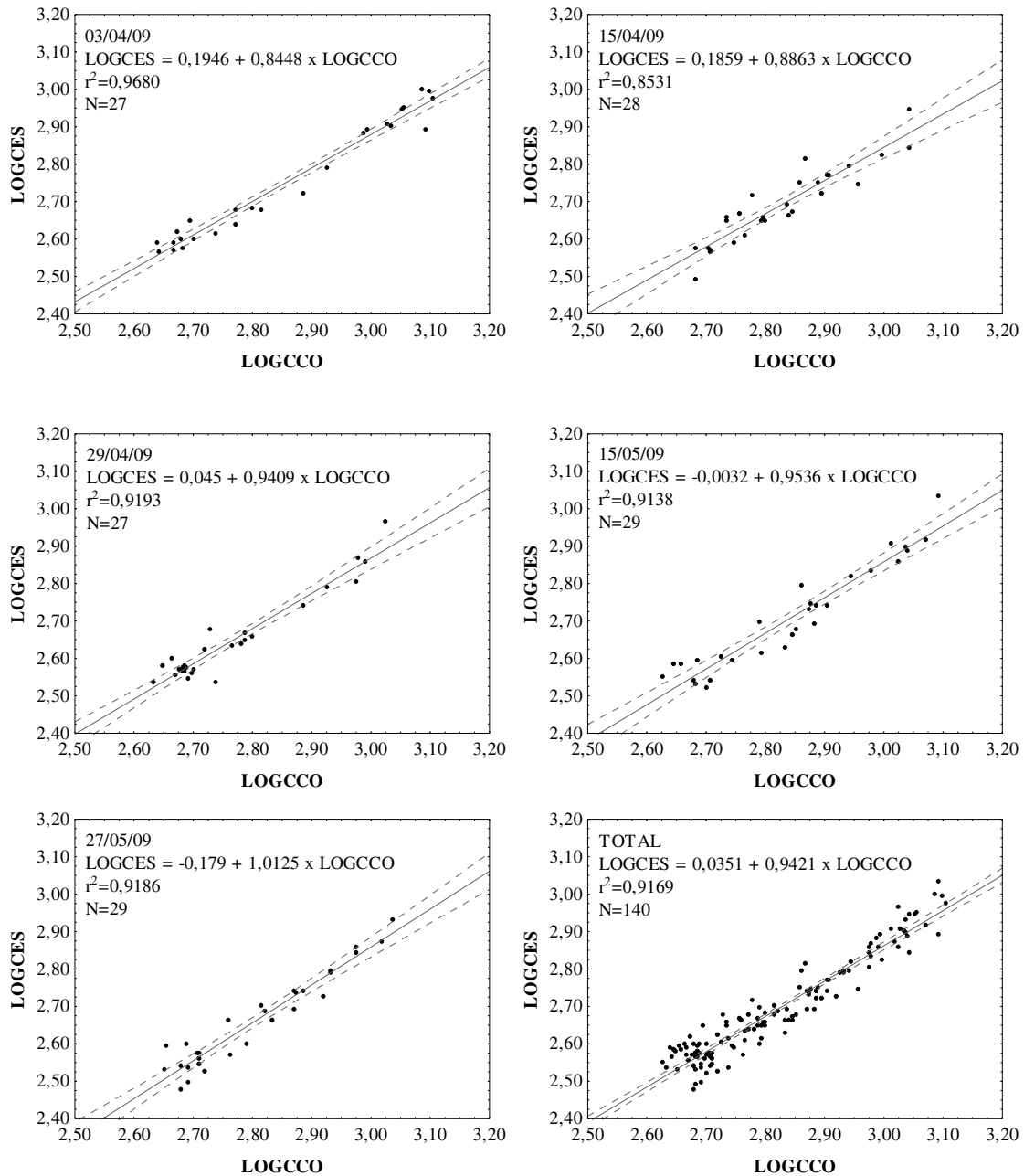


Figura 18. Gráficos representativos da relação entre valores logaritmizados do comprimento do corpo e do espinho da carapaça (LOGCCO e LOGCES) de *D. gessneri* no período entre 03 de abril a 27 de maio de 2009. Linhas sólidas = reta de regressão, linhas tracejadas = intervalo de confiança, 95%.

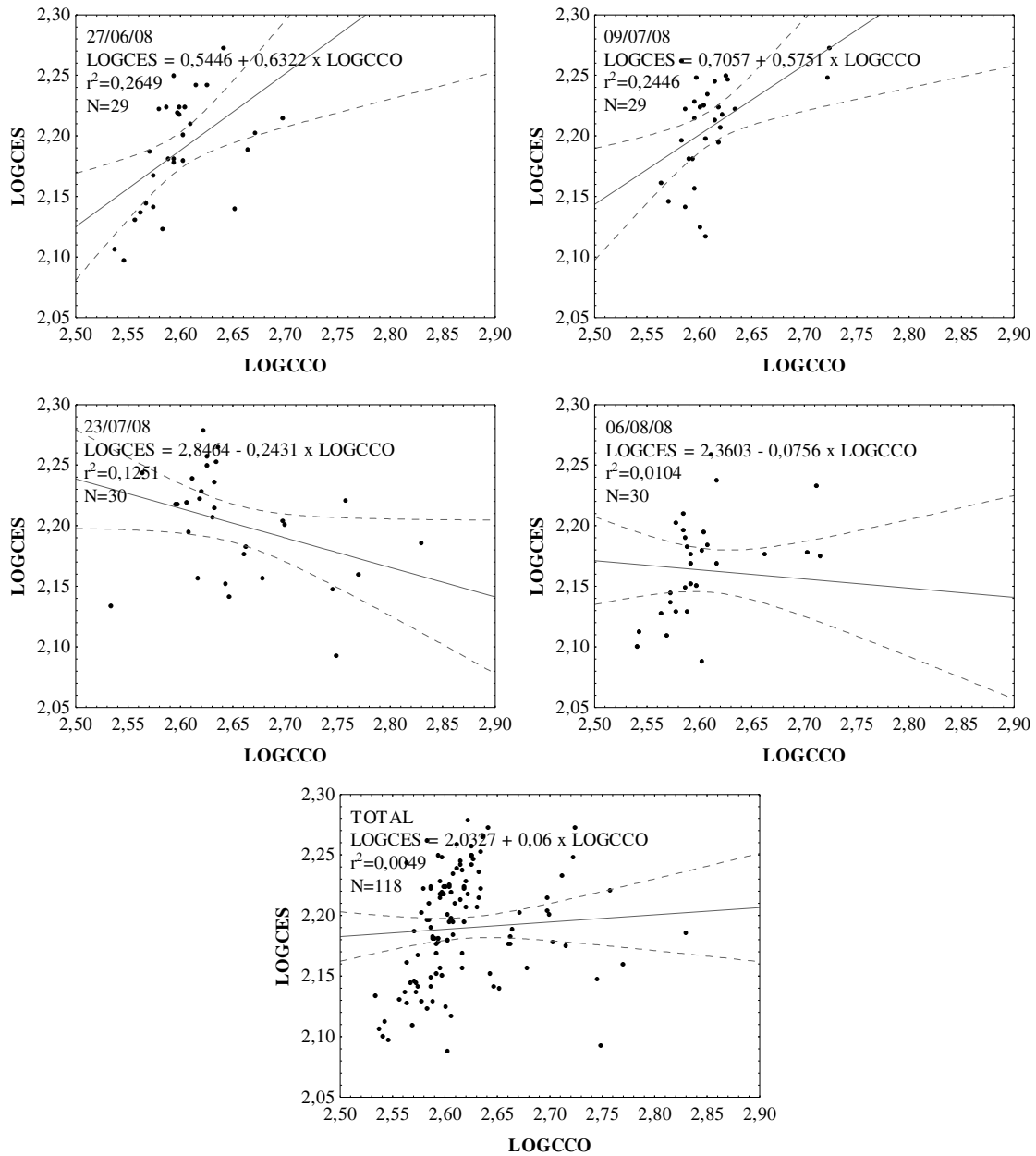


Figura 19. Gráficos representativos da relação entre valores logaritmizados do comprimento do corpo e do espinho da carapaça (LOGCCO e LOGCES) de *D. ambigua* no período entre 27 de junho a 02 de agosto de 2008. Linhas sólidas = reta de regressão, linhas tracejadas = intervalo de confiança, 95%.

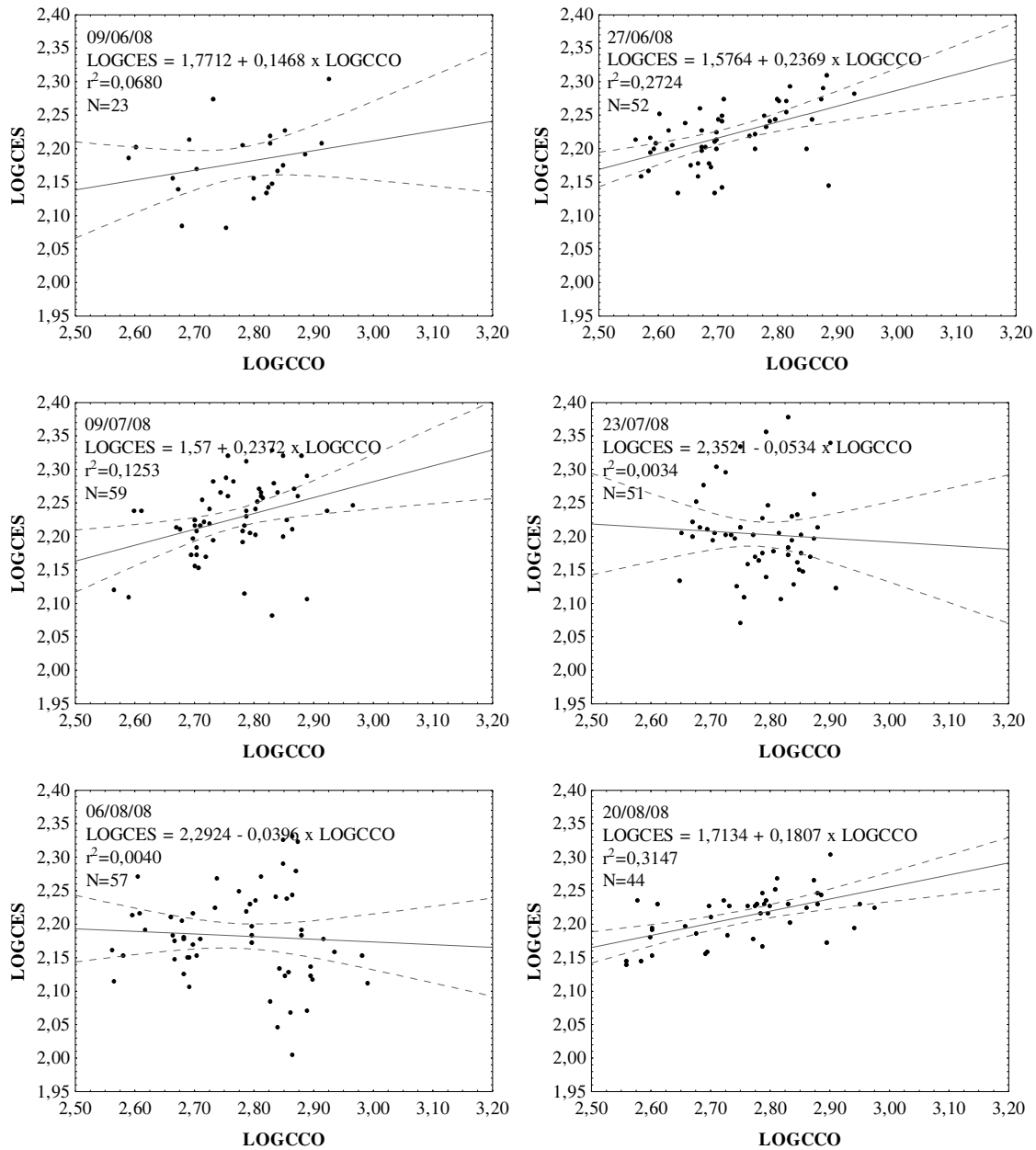


Figura 20a. Gráficos representativos da relação entre valores logaritmizados do comprimento do corpo e do espinho da carapaça (LOGCCO e LOGCES) de *D. parvula* no período entre 09 de junho a 29 de outubro de 2008 e 03 de abril a 27 de maio de 2009. Linhas sólidas = reta de regressão, linhas tracejadas = intervalo de confiança, 95%.

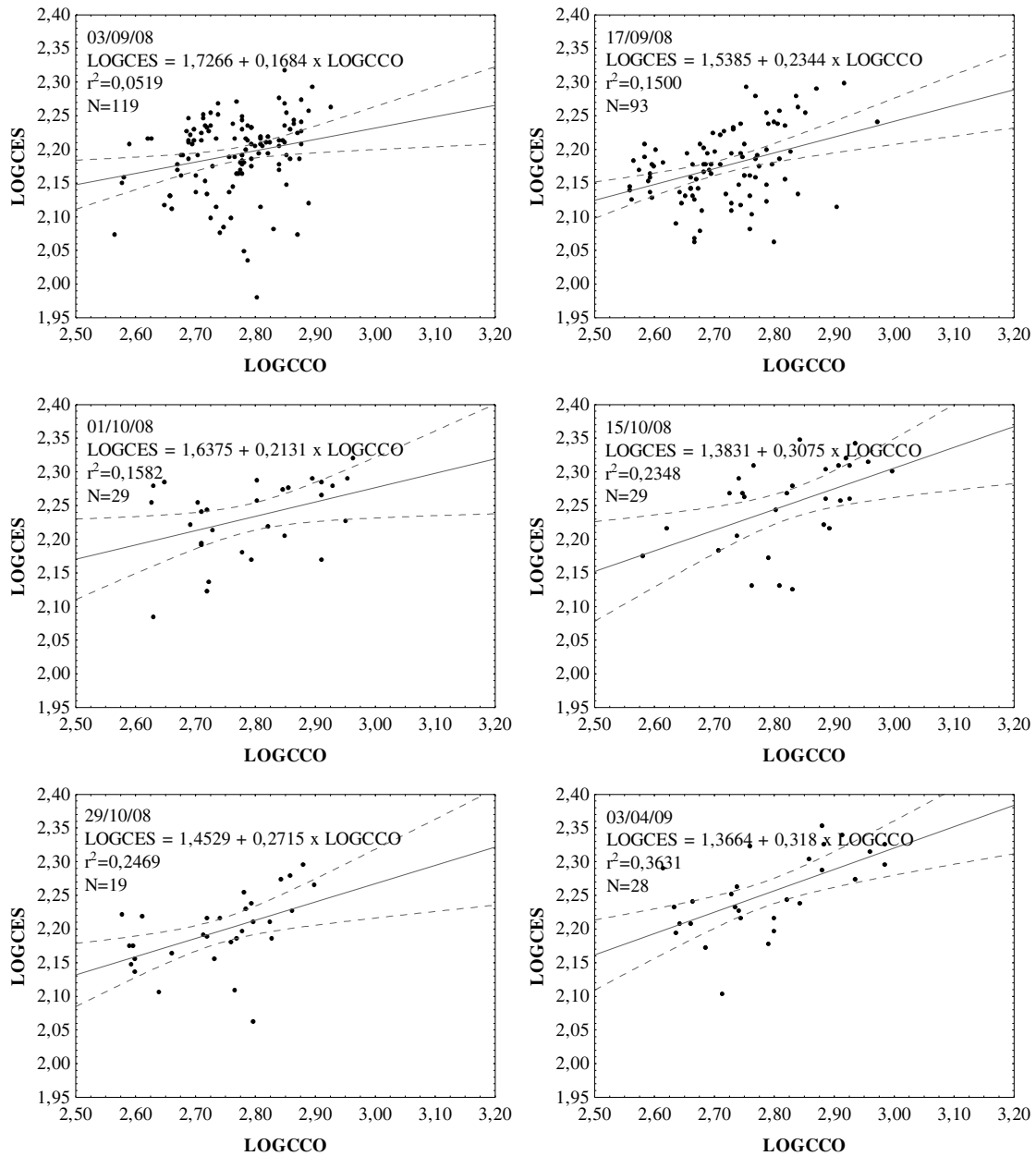


Figura 20b. Gráficos representativos da relação entre valores logaritmizados do comprimento do corpo e do espinho da carapaça (LOGCCO e LOGCES) de *D. parvula* no período entre 09 de junho a 29 de outubro de 2008 e 03 de abril a 27 de maio de 2009. Linhas sólidas = reta de regressão, linhas tracejadas = intervalo de confiança, 95%.

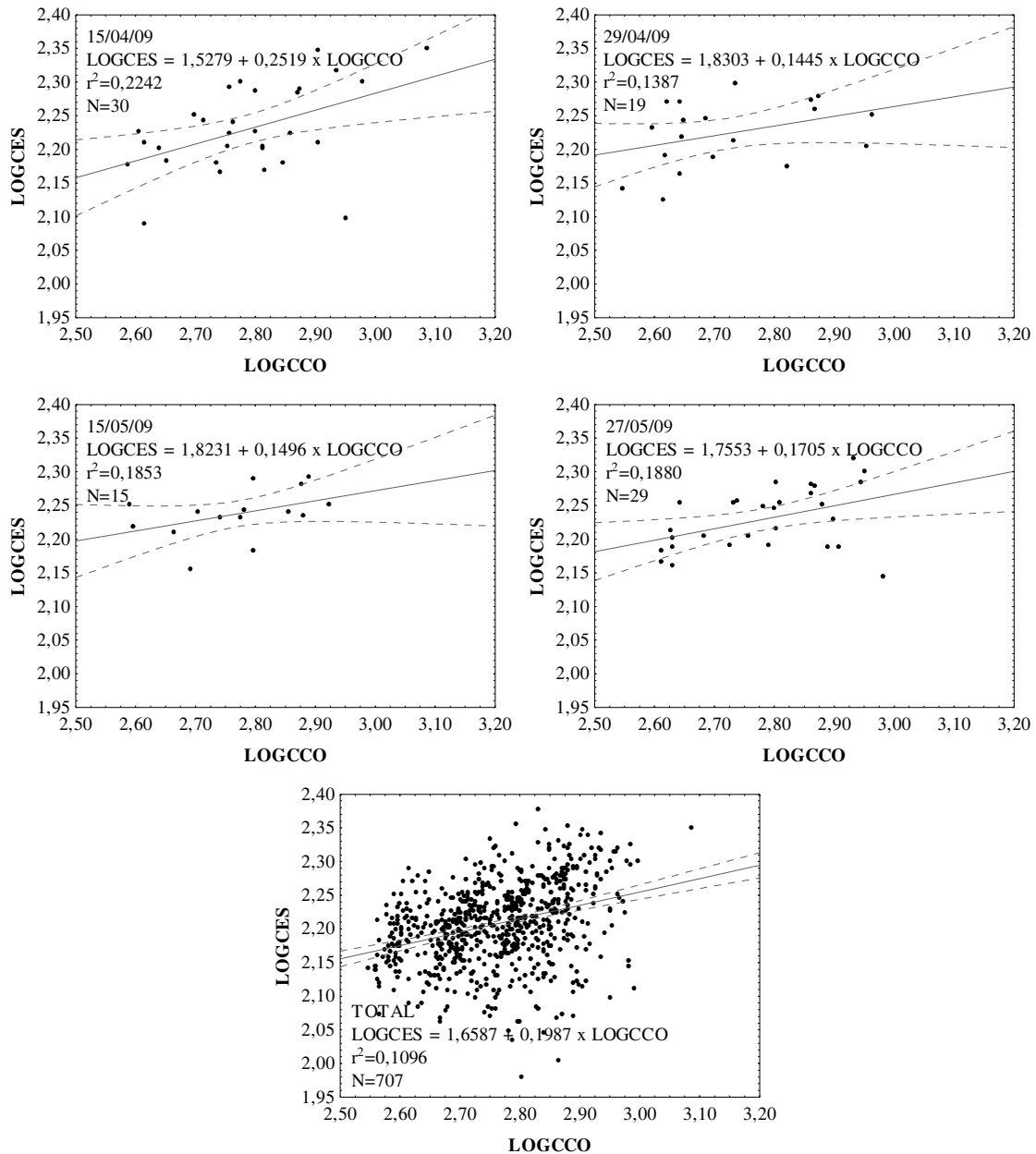


Figura 20c. Gráficos representativos da relação entre valores logaritmizados do comprimento do corpo e do espinho da carapaça (LOGCCO e LOGCES) de *D. parvula* no período entre 09 de junho a 29 de outubro de 2008 e 03 de abril a 27 de maio de 2009. Linhas sólidas = reta de regressão, linhas tracejadas = intervalo de confiança, 95%.

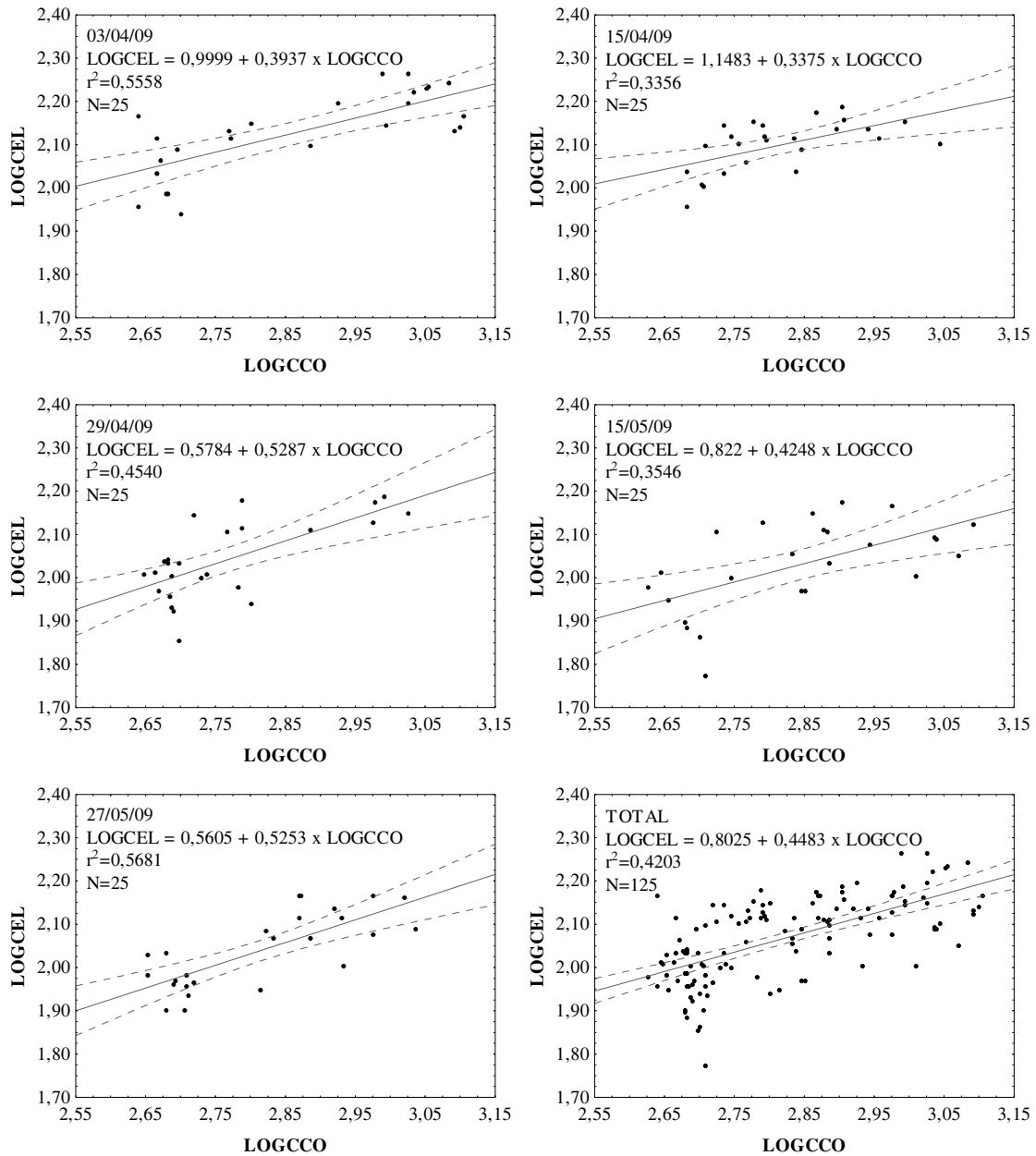


Figura 21. Gráficos representativos da relação entre valores logaritmizados do comprimento do corpo e do elmo (LOGCCO e LOGCEL) de *D. gessneri* no período entre 03 de abril a 27 de maio de 2009. Linhas sólidas = reta de regressão, linhas tracejadas = intervalo de confiança, 95%.

4. Discussão

A ciclomorfose pode ser controlada por fatores imediatos e/ou adaptativos, sendo os primeiros representados por variáveis ambientais que sinalizam ao animal quando passar por variações morfológicas e os últimos, aqueles representativos da finalidade pela qual tal fenômeno ocorre, como a fuga da predação.

O desenvolvimento do presente trabalho, infelizmente, não foi acompanhado da amostragem e estimativa da densidade de potenciais predadores de Cladocera. Larvas de *Chaoborus* foram eventualmente encontradas nas amostras de zooplâncton. No entanto, seria temeroso determinar correlações entre tais registros, relacionados a ocorrências acidentais, e variações morfológicas de suas potenciais presas.

ZERLIN (2011), ao estudar a fauna bentônica da Lagoa do Camargo no período de agosto de 2009 a julho de 2010, data próxima ainda que não coincidente com as amostragens do presente estudo, registrou a ocorrência de larvas de *Chaoborus* entre os meses de agosto de 2009 a janeiro de 2010 e em março de 2010, com densidades muito superiores entre agosto e setembro.

No entanto, os indivíduos não foram classificados quanto ao seu estágio de desenvolvimento, fazendo com que inferências feitas com base em tais informações possam superestimar a densidade de potenciais predadores, uma vez que somente larvas no terceiro e quarto instar de desenvolvimento alimentam-se ativamente de organismos zooplanctônicos.

Além disso, seria temeroso afirmar que a variação da abundância de *Chaoborus* apresenta um padrão cíclico e recorrente no local de amostragem e que, seguramente, as larvas também foram mais abundantes no mesmo período do ano anterior.

SUIBERTO (2011) determinou a distribuição espaço temporal do ictioplâncton no Rio Paranapanema, tributários e lagoas laterais na zona de desembocadura no Reservatório de Jurumirim com base em amostragens quinzenais realizadas entre outubro de 2007 e março de 2008, objetivando concentrar o esforço amostral no período reprodutivo de peixes previamente determinado para a região (SUIBERTO, 2005). Uma vez que tais registros antecedem em alguns meses o início das amostragens do presente trabalho, somente inferências poderiam ser feitas sobre o potencial impacto da abundância do ictioplâncton e alterações morfológicas em espécimes de *Daphnia*.

A ocorrência de larvas de peixes na Lagoa do Camargo foi registrada entre dezembro de 2007 e fevereiro de 2008 com uma densidade drasticamente superior na primeira amostragem de fevereiro. Em sua maioria, larvas amostradas ao longo de todo o período de coletas na lagoa encontravam-se em estágios avançados de desenvolvimento, ao longo dos quais se alimentam ativamente e não mais são supridas por suas reservas vitelínicas (SUIBERTO, 2011).

As espécies *D. ambigua* e *D. gessneri* foram registradas em um período muito restrito do ano, não envolvendo meses marcados pela ocorrência de larvas de *Chaoborus* e peixes na lagoa, com exceção da amostragem de *D. ambigua* em agosto. O táxon *D. parvula*, por sua vez, foi apontado como uma das principais espécies de Cladocera, tendo sua distribuição temporal analisada no primeiro capítulo.

Sua ausência entre dezembro de 2008 e abril de 2009 (Figura 30, primeiro capítulo) foi associada ao aumento da pluviosidade e da concentração de material em suspensão, em ambas as frações, e fósforo total, refletindo condições pouco adequadas a sua alimentação (Figura 42 e Tabela IV, primeiro capítulo). Acrescenta-se então, com as devidas ressalvas, a provável maior pressão de predação exercida por larvas de

Chaoborus e de peixes na drástica redução da abundância de *D. parvula* na Lagoa do Camargo.

Coletas noturnas em datas coincidentes com as das amostragens do zooplâncton seriam indicadas para a análise adequada das relações entre o tamanho e alometria em *Daphnia* e a pressão de predação na Lagoa do Camargo.

De acordo com PIJANOWSKA (1990), o tamanho corporal é um dos mais importantes caracteres morfológicos em cladóceros, determinando sua vulnerabilidade a predadores vertebrados e invertebrados e, por sua vez, o tipo de perigo ao qual o indivíduo é exposto sugere seu modo de defesa. Seu estudo sobre a ciclomorfose em *Daphnia* determinou gradientes exatamente inversos de vulnerabilidade a peixes planctívoros e predadores invertebrados de três espécies e registrou suas diferentes estratégias para a fuga da predação.

Segundo a autora, *D. hyalina*, devido ao seu maior tamanho, é mais facilmente predada por peixes, procurando ocupar a região hipolimnética dos lagos analisados durante o período de maior densidade destes, em uma camada pouco mais acima encontra-se *D. cristata*, de tamanho intermediário, enquanto *D. cucullata*, a menor delas, é praticamente ignorada como fonte alimentar de peixes. Dessa forma, nenhuma das espécies parece desenvolver estruturas de defesa frente à alta pressão de predação por peixes, valendo-se de seu próprio tamanho corporal e da migração para garantir a sobrevivência.

Por outro lado, espécies como *D. hyalina* e indivíduos de maior tamanho, superior a 800µm segundo a autora, estão fora do alcance de predadores invertebrados, enquanto é comum em *D. cucullata* o desenvolvimento do elmo e espinho da carapaça.

Não é incomum em cladóceros que a exposição à kairormônios, principalmente de invertebrados, estimule uma taxa de crescimento mais rápida e o alcance de um

comprimento corporal relativamente maior, buscando o decréscimo na eficiência de manipulação e ingestão por predadores (DODSON, 1974; HAVEL & DODSON, 1985; LYNCH, 1984; BLACK & DODSON, 1990).

Após o alcance de um tamanho corporal menos suscetível a predação, a energia passa a ser alocada para a reprodução, oferecendo melhores condições para a produção de um maior número e tamanho de ovos com o incremento da câmara de incubação (DZIALOWSKI et al., 2003).

Experimentos de indução a ciclomorfose em *D. lumholtzi*, espécie de grande porte, envolvendo sua exposição à kairormônios de peixes, revelaram que, diante da impossibilidade de garantir a sobrevivência via migração e ocupação de ambientes não explorados por seus predadores, os indivíduos apresentaram uma tendência a redução do comprimento corporal como um todo (DZIALOWSKI et al., 2003). A redução da taxa de crescimento somático também foi registrada em *D. galeata* exposta a kairormônios de peixes (WEBER & DECLERCK, 1997).

Nestes casos, a manutenção de um menor comprimento corporal e o concomitante investimento energético na reprodução representa uma estratégia para garantir que o indivíduo produza descendentes antes do alcance de um tamanho mais vulnerável a detecção por predadores de orientação visual (SAKWINSKA, 2002).

No presente trabalho, foram registradas diferenças estatisticamente significativas do comprimento do corpo, medida representativa do tamanho em *Daphnia*, tanto em nível interespecífico quanto ao longo das amostragens para cada táxon (Figuras 2, 3, 4, e 5). No entanto, não foram estabelecidas correlações de qualquer natureza entre a média do tamanho corporal dos indivíduos e fatores ambientais analisados.

SMAKULSKA & GÓRNIAK (2004) procuraram explicar a relação entre a tendência a diminuição do tamanho corporal de *D. cucullata* e o aumento da

concentração de clorofila a partir de considerações acerca das alterações na estrutura de tamanho da comunidade zooplancônica em consequência da progressiva eutrofização do ambiente.

Segundo os autores a pressão de seleção que atua entre as espécies ocorre também em nível intraespecífico, favorecendo indivíduos de menor porte que, por apresentarem menor taxa de filtração e menor abertura da carapaça, seriam menos suscetíveis aos efeitos deletérios da toxicidade, baixo teor nutricional e interferência mecânica das colônias e filamentos de cianofíceas (LAMPERT, 1981; DE MOTT et al., 2001).

De acordo com YURISTA (2000), o tamanho corporal máximo em *D. lumholtzi* tem sido comumente apontado na literatura como uma medida inversamente proporcional a temperatura. Aparentemente há um valor limite mínimo que desencadeia o desenvolvimento do espinho da carapaça e do elmo na espécie. No entanto, uma vez que esta temperatura (31°C) é mantida por um tempo prolongado, as respostas morfológicas são reduzidas e necessitam de um novo estímulo de diferente natureza, como a exposição a kairormônios, para serem recuperadas.

Por sua vez, diferentes morfotipos, *pellucida* e *cornuta*, do complexo *Bosmina longirostris*, apresentaram uma alta taxa de incremento de antênulas e mucro quando mantidos a baixas temperaturas (10°C). O mais longo tempo de exposição levou a morte dos indivíduos (KAPPES & SINSCH, 2002).

No presente trabalho, objetivou-se verificar a ocorrência de alterações morfológicas características da ciclomorfose mediante a comparação da relação estabelecida entre as taxas de crescimento de medidas passíveis de modificação e de uma dimensão corporal padrão ao longo do tempo. Para tanto, procurou-se determinar equações alométricas lineares simples que descrevessem tais relações.

De acordo com LAGERGREEN et al. (2007), além da variação sazonal, tanto o tamanho absoluto quanto o relativo de caracteres ciclomórficos pode mudar substancialmente durante o crescimento do animal. Esta variação ontogenética pode confundir a interpretação de dados, mas, se analisada apropriadamente, promove o melhor entendimento da natureza e causas da ciclomorfose, podendo auxiliar na determinação da contribuição genética e ambiental para a ocorrência do fenômeno.

A partir dos valores encontrados para o coeficiente b , no presente trabalho, foi possível determinar a ocorrência de isometria, ou seja, do crescimento diretamente proporcional e equitativo, entre as dimensões largura do corpo e da cabeça e comprimento da cabeça em relação ao comprimento do corpo nas três espécies estudadas. O valor relativamente alto do coeficiente de determinação (r^2) apontou para o ajuste aceitável dos pontos as retas estabelecidas, indicando a ausência de variações ontogenéticas às relações estabelecidas.

Apesar de terem sido, por vezes, encontradas diferenças estatisticamente significativas entre as retas que descrevem o crescimento relativo das estruturas, todas apontaram para a isometria entre as dimensões analisadas, o que permite atribuí-las a diferenças previamente detectadas para o tamanho dos indivíduos e não a alteração de seu padrão de crescimento entre amostragens.

No entanto, a submissão dos dados de comprimento do corpo e do espinho da carapaça de *D. ambigua* e *D. parvula* e do comprimento do corpo e do elmo em *D. gessneri* à análise de regressão resultou em retas que não descrevem adequadamente a distribuição dos pontos e, conseqüentemente, a relação entre as taxas de crescimento das medidas avaliadas, informação que pode ser depreendida a partir dos valores muito baixos do coeficiente de determinação (r^2) das retas traçadas.

Isto se deve a variação ao longo do desenvolvimento das taxas de crescimento entre estruturas como o espinho da carapaça e elmo e o todo corporal.

Frequentemente o benefício de estruturas corporais pode mudar durante o desenvolvimento em cladóceros, sendo comum o registro da mudança da alometria positiva de espinhos da carapaça e elmo em organismos jovens e pequenos, para negativa em indivíduos maiores em caso da maior pressão de predação por invertebrados, cujo próprio tamanho e/ou o de seu aparato alimentar limitam o porte das presas efetivamente capturadas (DODSON, 1984; BLACK, 1980). Neste caso, a diminuição dos benefícios ou aumento dos custos para a manutenção das estruturas de defesa ao longo da ontogenia estimula a mudança da alometria.

Segundo PIJANOWSKA (1990), o desenvolvimento do elmo em *D. cucullata* representa um alto custo energético para os organismos que, no entanto, faz-se muito importante para o sucesso de indivíduos mais jovens, de pequeno porte frente à pressão de predação de invertebrados. Nota-se a variação ontogenética e sazonal da alometria do elmo, fato que se comprova pelo desenvolvimento desta estrutura entre os menores indivíduos e com maior frequência no inverno e começo da primavera, período de maior densidade de invertebrados.

A alometria positiva do espinho da carapaça em indivíduos maiores foi associada a alta pressão de predação de peixes planctívoros sobre *D. lumholtzi* (TOLLRIAN, 1994). O desenvolvimento da mesma estrutura em *D. cucullata* e *D. cristata* foi relacionado à função desta estrutura de auxiliar na manutenção da posição do organismo na coluna d'água e conferir maior estabilidade em seu deslocamento. De acordo com PIJANOWSKA (1990) este efeito se torna mais importante à medida que o organismo cresce, justificando o crescimento alométrico positivo desta estrutura.

A variação ontogenética da alometria em cladóceros foi o objeto de estudo de LAGERGREEN et al. (2007). Os autores atentaram para o fato de que, quando a mesma é detectada, a relação entre medidas logaritmizadas da estrutura e do todo corporal nem sempre é linear e o ajuste dos dados à equação alométrica simples pode ser ilusório, não representando mudanças significativas das taxas de crescimento.

Além disso, o resultado da análise é influenciado pela distribuição de tamanho, de forma que, se uma determinada medida sofre alometria positiva nas primeiras, e negativa nas últimas fases de desenvolvimento, o resultado de uma análise alométrica simples depende do número de organismos de pequeno e grande porte mensurados.

De fato, é possível notar a ausência e/ou baixa frequência de indivíduos de tamanho intermediário, principalmente para *D. ambigua*, espécie caracterizada por organismos, em média, menores. Tal fato não representa maiores consequências na determinação de equações de reta que descrevem relações morfométricas que não se alteram ao longo da ontogenia, no entanto, impede a determinação do momento, em termos de tamanho corporal, no qual os organismos mudam de estratégia, apresentando diferentes taxas de crescimento de estruturas de defesa e/ou adaptativas em relação ao tamanho corporal.

A superior pressão de predação sobre organismos de tamanho intermediário é relativamente comum entre cladóceros que sofrem alteração de seu padrão de crescimento alométrico ao longo da ontogenia (LAGERGREEN et al. (2007), provavelmente por se tratar de um período crítico durante o qual a estratégia que estava sendo seguida até então se mostra inadequada ou ineficaz para garantir sua sobrevivência.

De qualquer maneira, indica-se o aumento do esforço amostral e de mensuração, visando o preenchimento de classes de tamanho pobremente representadas. Somente a

partir destes dados podem ser utilizadas análises que discriminam grupos de pontos a serem ajustados em equações que descrevam mais fidedignamente seu padrão de distribuição e, conseqüentemente, representem mais adequadamente as taxas de incremento relacionadas, permitindo sua comparação ontogenética e sazonal.

5. Conclusões

O presente trabalho teve como objetivo verificar a ocorrência de variações morfométricas ao longo de uma escala temporal, características da ciclomorfose, em *D. ambigua*, *D. gessneri* e *D. parvula*, avaliando-as sob a ótica do crescimento alométrico e determinar suas possíveis correlações com fatores ambientais.

Diferenças estatisticamente significativas foram encontradas entre espécies e amostragens para a medida corporal padrão, o comprimento do corpo. Estas foram responsáveis, provavelmente, pelas diferenças encontradas entre as retas representativas das regressões entre o comprimento do corpo e a largura do corpo e da cabeça e o comprimento da cabeça, algumas das dimensões cujas taxas de crescimento relativo pretendia-se avaliar.

No entanto, todas as equações de reta estabelecidas para tais relações apontaram para o crescimento isométrico entre as medidas envolvidas, ou seja, somente demonstraram que as taxas de incremento entre as dimensões são diretamente proporcionais e equitativas.

Não foi possível determinar a natureza das relações entre as taxas de crescimento do tamanho do corpo e do comprimento do espinho da carapaça em *D. ambigua* e *D. parvula*, e do comprimento do elmo em *D. gessneri*. O baixo nível de ajuste das retas obtidas se deve, provavelmente, a variações ontogenéticas destas relações morfométricas.

A baixa frequência de indivíduos de tamanho intermediário impediu a determinação do limite, em termos de tamanho corporal, das classes de organismos as

quais diferentes retas de crescimento deveriam ser traçadas para a avaliação da variação ontogenética e sazonal da alometria, característica indicativa da ciclomorfose.

6. Referências Bibliográficas

- ARCIFA-ZAGO, M. S. 1976. A preliminary investigation on cyclomorphosis of *Daphnia gessneri* Herbst, 1967, in a Brazilian reservoir. **Boletim de Zoologia, Universidade Estadual de São Paulo, 1**: 147-160.
- BENZIE, J. A. H. 2005. **Cladocera: the genus *Daphnia* (including *Daphniopsis*)**. In: DUMONT, H. J. F. (ed.). Guides to the identification of microinvertebrates of the continental waters of the world. Kenobi Productions, Ghent /Backhuys Publishers, Leiden. 376 p.
- BLACK, R. W. 1980. The nature and causes of cyclomorphosis in a species of the *Bosmina longirostris* complex. **Ecology, 61(5)**: 1122-1132.
- BLACK, A. R. & DODSON, S. I. 1990. Demographic costs of *Chaoborus* induced phenotypic plasticity in *Daphnia pulex*. **Oecologia, 83 (1)**: 117-122.
- BLACK, R. W. & SLOBODKIN, L. B. 1987. What is cyclomorphosis? **Freshwater Biology, 18 (2)**: 373-378.
- BROOKS, J. L. 1965. Predation and relative helmet size in cyclomorphic *Daphnia*. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 53(1)**: 119-126.

- BROOKS, J. L. 1968. The effects of prey size selection by lake planktivores. *Systematic Zoology*, **17 (3)**: 272-291.
- COCK, A. G. 1966. Genetical aspects of metrical growth and form in animals. *Quarterly Review of Biology*, **41**: 131-190.
- DE MOTT, W. R. 1982. Feeding selectivities and relative ingestion rates of *Daphnia* and *Bosmina*. *Limnology and Oceanography*, **27**: 518-527.
- DE MOTT, W. R.; GULATI, R. D. & VAN DONK, E. 2001. *Daphnia* food limitation on three hypereutrophic Dutch lakes: evidence for exclusion of large-bodied species by interfering filaments of cyanobacteria. *Limnology and Oceanography*, **46 (8)**: 2054-2060.
- DZIALOWSKI, A. R.; LENNON, J. T.; O'BRIEN, W. J. & SMITH, V. H. 2003. Predator-induced phenotypic plasticity in the exotic cladoceran *Daphnia lumholtzi*. *Freshwater Biology*, **48(9)**: 1593-1602.
- DODSON, S. I. 1974. Adaptive change in plankton morphology in response to size-selective predation: A new hypothesis of cyclomorphosis. *Limnology and Oceanography*, **19(5)**: 721-729.
- DODSON, S. I. 1984. Predation of *Heterocope septentrionalis* on two species of *Daphnia*: morphological defences and their cost. *Ecology*, **65**: 1249-1257.

- ELMOOR-LOUREIRO, L. M. A. 1989. Ciclomorfose em *Bosmina* (Crustacea, Cladocera) no Lago Paranoá, Brasília. **Revista Brasileira de Zoologia**, **6** (1): 37-48.
- GERRITSEN, J. & STRICKLER, J. R. 1977. Encounter probabilities and community structure in zooplankton: a mathematical model. **Journal of the Fisheries Research Board of Canada**, **34**:73-82.
- GRANT, J. W. G. & BAYLY, I. A. E. 1981. Predator induction of crests in morphs of the *Daphnia carinata* King complex. **Limnology and Oceanography**, **26**(2): 201-218.
- HANAZATO, T. 1991. Influence of food density on the effects of a *Chaoborus*-released chemical on *Daphnia ambigua*. **Freshwater Biology**, **25**(3): 447-483.
- HANAZATO, T. & OOI, T. 1992. Morphological responses of *Daphnia ambigua* to different concentrations of a chemical extract from *Chaoborus flavicans*. **Freshwater Biology**, **27**: 379-385.
- HAVEL, J. E. & DODSON, S. I. 1985. Environmental cues of cyclomorphosis in *Daphnia retrocurva* Forbes. **Freshwater Biology**, **15**(4): 469-478.
- HAZELWOOD, D. H. 1962. Temperature and photoperiod effects on cyclomorphosis in *Daphnia*. **Limnology and Oceanography**, **7** (2): 230-232.

- HAZELWOOD, D. H. 1966. Illumination and turbulence effects on relative growth in *Daphnia*. **Limnology and Oceanography**, **11(2)**: 212-216.
- HEBERT, P. D. N. 1978. The adaptative significance of cyclomorphosis in *Daphnia*: more possibilities. **Freshwater Biology**, **8(4)**: 313-320.
- HRBÁČEK, J. 1959. Circulation of water as a main factor influencing the development of helmets in *Daphnia cucullata* Sars. **Hydrobiologia**, **13**: 170-185.
- HUTCHINSON, G. E. 1967. **A treatise on limnology**. Vol. II. Introduction to Lake Biology and the Limnoplankton. John Wiley & Sons: New York, 1115 p.
- HUXLEY, J. S. 1950. Relative growth and form transformation. **Proceedings of Royal Society of London**, **137 (B)**: 465-469.
- JACOBS, J. 1961a. Cyclomorphosis in *Daphnia galeata mendotae*, a case of environmentally controlled allometry. **Archiv für Hydrobiologie**, **58**: 7-71.
- JACOBS, J. 1961b. On the regulation mechanism of environmentally controlled allometry (heterauxesis) in cyclomorphic *Daphnia*. **Physiological Zoology**, **34(3)**: 202-216.
- JACOBS, J. 1962. Light and turbulence as co-determinants of relative growth in cyclomorphic *Daphnia*. **Internationale Revue Der Gesamten Hydrobiologie**, **47(1)**: 146-156.

- JESCHKE, M. & TOLLRIAN, R. 2000. Density-dependent effect of prey defences. **Oecologia**, **23 (2)**: 291-296.
- KAPPES, H. & SINSCH, U. 2002. Temperature- and predator-induced phenotypic plasticity in *Bosmina cornuta* and *B. pellucida* (Crustacea: Cladocera). **Freshwater Biology**, **47(10)**: 1944-1955.
- KERFOOT, W. C. 1975. Seasonal changes of *Bosmina* (Crustacea, Cladocera) in Frains Lake, Michigan: Laboratory observations of phenotypic changes induced by inorganic factors. **Freshwater Biology**, **5(3)**: 227-243.
- KERFOOT, W. C. 1977. Implications of copepod predation. **Limnology and Oceanography**, **22 (2)**: 316-325.
- KLINGENBERG, C. P. & ZIMMERMANN, M. 1992. Static, ontogenetic, and evolutionary allometry: a multivariate comparison in nine species of water striders. **The American Naturalist**, **140 (4)**: 601-620.
- KORZUN, V. M. & PITUL'KO, S. I. 2010. Phenotypic variation and adaptive reaction to presence of predator in two *Daphnia* species (Daphniiformes, *Daphnia*) in Lake Baikal. **Russian Journal of Ecology**, **41(4)**: 316-321.
- LAFORSCH, C. & TOLLRIAN, R. 2004. Extreme helmet formation in *Daphnia cucullata* induced by small-scale turbulence. **Journal of Plankton Research**, **26 (1)**: 81-87.

- LAGERGREEN, R.; HELLSTEN, M. & STENSON, J. A. E. 1997. Increased drag, and thus lower speed: a cost for morphological defence in *Bosmina* (Eubosmina) (Crustacea: Cladocera). **Functional Ecology**, **11(4)**: 484-488.
- LAGERGREEN, R.; SVENSSON, J. E. & LUNDQVIST, N. 2002. Clutch size variation and morphology in a cyclomorphic *Bosmina* population. **Journal of Plankton Research**, **24 (7)**: 653-659.
- LAGERGREEN, R.; SVENSSON, J. E. & STENSON, J. A. E. 2007. Models of ontogenetic allometry in cladoceran morphology studies. **Hydrobiologia**, **594**: 109-116.
- LAMPERT, W. 1981. Inhibitory and toxic effects of blue-green algae on *Daphnia*. **International Review on Hydrobiology**, **66(3)**: 285-298.
- LAMPERT, W. & WOLF, H. G. 1986. Cyclomorphosis in *Daphnia cucullata*: morphometric and population genetic analysis. **Journal of Plankton Research**, **8 (2)**: 289-303.
- LASS, S. & SPAAK, P. 2003. Temperature effects on chemical signaling in a predator-prey system. **Freshwater Biology**, **48 (3)**: 669-677
- LYNCH, M. 1984. Destabilizing hybridization, general-purpose genotypes and geographic parthenogenesis. **Quarterly Review of Biology**, **59(3)**: 257-290.

- MORT, M. A. 1986. *Chaoborus* predation and the function of phenotypic variation in *Daphnia*. **Hydrobiologia**, **133**: 39-44.
- O'BRIEN, W. J.; KETTLE, D. & RIESSEN, H. 1979. Helmets and invisible armor: structures reducing predation from tactile and visual planktivores. **Ecology**, **60(2)**: 287-294.
- PIJANOWSKA, J. 1990. Cyclomorphosis in *Daphnia*: an adaptation to avoid invertebrate predation. **Hydrobiologia**, **198**: 41-50.
- RIESSEN, H. P. 1984. The other side of cyclomorphosis: why *Daphnia* lose their helmets. **Limnology and Oceanography**. **29(5)**: 1123-1127.
- SAKAMOTO, M. & HANAZATO, T. 2008. Antennule shape and body size of *Bosmina*: key factors determining its vulnerability to predacious Copepoda. **Limnology**, **9(1)**: 27-34.
- SAKWINSKA, O. 2002. Response to fish kairomones in *Daphnia galeata* life history traits relies on shift to earlier instar at maturation. **Oecologia**, **131**: 409-417.
- SCHLICHTING, C. D. & PIGLIUCCI, M. 1998. **Phenotypic evolution, a reaction norm perspective**. Sinauer Associates Inc. Publishers, Sunderland, Massachusetts, 85-109.

- SMAKULSKA, J. & GÓRNIAK, A. 2004. Morphological variation in *Daphnia cucullata* Sars with progressive eutrophication of a polymictic lowland reservoir. **Hydrobiologia**, **526**: 119-127.
- STATSOFT, Inc. 2004. STATISTICA (data analysis software system), version 7. www.statsoft.com.
- SUIBERTO, R. M. 2005. Distribuição espacial e temporal do ictioplâncton em lagoas laterais e no Rio Paranapanema na zona de desembocadura na represa de Jurumirim, SP. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Estadual Paulista. Instituto de Biociências de Botucatu – Botucatu, SP. 94p.
- SUIBERTO, R. M. 2011. A estrutura da comunidade ictioplanctônica na região de desembocadura do rio Paranapanema no reservatório de Jurumirim (SP). **Tese de Doutorado**. Universidade Estadual Paulista. Instituto de Biociências de Botucatu – Botucatu, SP. 132 p.
- TANNER, C. J. & BRANSTATOR, D. K. 2006. Generational and dual species exposures to invertebrate predators influence relative head size in *Daphnia mendotae*. **Journal of Plankton Research**, **28 (8)**: 793-802.
- TOLLRIAN, R. 1994. Fish-kairomone induced morphological changes in *Daphnia lumholtzi* (Sars). **Archiv für Hydrobiologie**, **130 (1)**: 69-75.
- TOLLRIAN, R., & DODSON, S. I. 1999. Inducible defenses in Cladocera. In: TOLLRIAN, R. & HARVEL, C. D. (Eds.). The ecology and evolution of inducible defenses. Princeton University Press: New Jersey. p. 177-202.

- VILLALOBOS, M. J. & GONZÁLEZ, E. J. 2006. Estudios sobre la biología e ecología de *Ceriodaphnia cornuta* SARS: Una revisión. **Interciência**, **31(5)**: 351-357.
- WEBER, A. & DECLERCK, S. 1997. Phenotypic plasticity life history traits in response to predator kairomones: genetic variability and evolutionary potential. **Hydrobiologia**, **360**: 89-99.
- WESENBERG-LUND, C. 1900. Von dem Abhängigkeitsverhältnis zwischen dem Bau der Planktonorganismen und dem spezifischen Gewicht des Süßwasser. **Biologisches Zentralblatt**, **20(1)**: 606-619, 644–656.
- WOLTERECK, R. 1932. Races, associations and stratification of pelagic Daphnids in some lakes of Wisconsin and other regions of the United States and Canada. **Transactions of the Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters**, **27**: 487-522.
- WONG, C. K. 1981. Cyclomorphosis in *Bosmina* and copepod predation. **Canadian Journal of Zoology**, **59(11)**: 2049-2052
- WONG, C. K. & SPRULES, W. G. 1985. Size-Selective Feeding by the Predatory Copepod *Epischura lacustris* Forbes. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, **42(1)**: 189-193.
- YURISTA, P. M. 2000. Cyclomorphosis in *Daphnia lumholtzi* induced by temperature. **Freshwater Biology**, **43(2)**: 207-213.

ZAR, J. H. 1999. **Biostatistical analysis**. 4ª edição. Prentice Hall, Upper Saddle River. 663 p.

ZARET, T. M. 1969. Predation-balanced polymorphism of *Ceriodaphnia cornuta* Sars. **Limnology and Oceanography**, **14(2)**: 301-303.

ZERLIN, R. A. 2011. Variação temporal dos macroinvertebrados bentônicos em lagoa marginal ao Rio Paranapanema. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Estadual Paulista. Instituto de Biociências de Botucatu – Botucatu, SP. 96p.