

Ligia Roma Stephan

Tamanho, produção de ovos e distribuição espacial de
microcrustáceos litorâneos e limnéticos em pequenos
reservatórios rasos.

São José do Rio Preto
2012

Ligia Roma Stephan

Tamanho, produção de ovos e distribuição espacial de
microcrustáceos litorâneos e limnéticos em pequenos
reservatórios rasos.

Dissertação apresentada como parte
dos requisitos para obtenção do título
de Mestre em Biologia, junto ao
Programa de Pós-Graduação em
Biologia Animal, Área de
Concentração –Ecologia e
Comportamento, do Instituto de
Biociências, Letras e Ciências Exatas
da Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”, Campus de
São José do Rio Preto.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Maria Stela
Maioli Castilho Noll

São José do Rio Preto
2012

Stephan, Ligia Roma

Tamanho, produção de ovos e distribuição espacial de microcrustáceos litorâneos e limnéticos em pequenos reservatórios rasos./ Ligia Roma Stephan. - São José do Rio Preto : [s.n.], 2012.

86 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Maria Stela Maioli Castilho Noll

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas.

1. Limnologia. 2. Ecologia dos reservatórios. 3. Microcrustáceos. 4. Macrófitas. 5. Migração horizontal diária. I.Noll, Maria Stela Castilho Maioli. II. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. III. Título.

CDU – 556.55

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do IBILCE
Campus de São José do Rio Preto - UNESP

Ligia Roma Stephan

Tamanho, produção de ovos e distribuição espacial de
microcrustáceos litorâneos e limnéticos em pequenos
reservatórios rasos.

Dissertação apresentada como parte
dos requisitos para obtenção do título
de Mestre em Biologia, junto ao
Programa de Pós-Graduação em
Biologia Animal, Área de
Concentração –Ecologia e
Comportamento, do Instituto de
Biociências, Letras e Ciências Exatas
da Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”, Campus de
São José do Rio Preto.

Banca Examinadora

Prof.^a Dr.^a Lilian Casatti
UNESP – São José do Rio Preto

Prof.^a Dr.^a Marlene Sofia Arcifa Froehlich
USP – Ribeirão Preto

Prof.^a Dr.^a Lúcia Helena Sipaúba Tavares
UNESP – Jaboticabal

São José do Rio Preto
23/agosto/2012

Dedico este trabalho

Aos meus pais, Régia e Davilson.

AGRADECIMENTOS

Ao Depto. De Zoologia e Botânica (Ibilce-Unesp) pela infraestrutura disponibilizada.

À Capes pela bolsa de mestrado concedida.

À Prof.^a Maria Stela, pela oportunidade concedida e apoio na realização deste trabalho. Agradeço também pelo exemplo de vida, no qual me espelho para construir meu futuro.

Ao Prof. Wagner (Unesp-Jaboticabal) pela disponibilização das dependências do setor de carcinicultura para a realização de meu experimento.

Ao técnico Roberto e aos alunos Bruno e Michele, pelos auxílios prestados durante toda a realização de meu experimento.

À Prof.^a Vera, por gentilmente me receber em sua casa enquanto estive em Jaboticabal.

Aos meus colegas de laboratório Carol, Juliana e Samuel. Agradeço pela ajuda e pela amizade, por me proporcionarem momentos de descontração e alegria no decorrer de meu trabalho, sem os quais eu não conseguiria completar minha jornada.

Ao Mateus, pelo auxílio em minhas análises estatísticas.

À Prof.^a Lilian Casatti (Ibilce-Unesp) pelas sugestões, dicas e apoio na realização deste trabalho.

Ao Prof. Fernando Noll, pela amizade e apoio.

Aos meus amigos Paulinho Cury, Bira, Renata, Eliane, Luzia e Rafinha, pelos momentos alegres, incentivo e apoio.

À minha mãe Régia, pelo auxílio, pelo exemplo de vida e pela dedicação e amor depositado em mim, hoje e sempre.

À todos os meus familiares, em especial meu pai Davilson. Agradeço pela dedicação, pelo apoio e principalmente, pelo amor e carinho.

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

RESUMO

O objetivo geral do presente trabalho é verificar a influência das macrófitas na distribuição e ocupação de microcrustáceos em viveiros artificiais, verificar se nestes locais há migração horizontal diária, e coletar dados em lagoas marginais e reservatórios sobre a variação de tamanho e produção de ovos entre as zonas litorâneas e limnéticas e entre as estações do ano. Este trabalho foi dividido em dois capítulos, no primeiro foi verificada a influência das macrófitas sobre os microcrustáceos por meio de experimento em viveiros artificiais de cultivo de camarão, e o segundo capítulo consistiu em analisar os atributos populacionais como tamanho e número de ovos de microcrustáceos provenientes de reservatórios e lagoas marginais. No experimento, macrófitas da espécie *Eichhornia crassipes* foram inseridas em uma das bordas de seis tanques; outros seis tanques foram mantidos sem macrófitas nas bordas. As amostragens dos microcrustáceos foram realizadas com bomba de sucção em todos os doze tanques nas zonas litorâneas e limnética durante o dia e durante a noite. Não houve resultados significativos para alterações da composição de espécie e abundância total dos indivíduos entre tratamentos. Nos tanques com macrófitas *Macrothrix paulensis* foi mais abundante enquanto que *Argyrodiaptomus furcatus* não ocorreu; *Simocephalus serrulatus* foi mais abundante nas zonas litorâneas; *Moina minuta*, *Thermocyclops decipiens*, *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatomus iheringi* foram mais abundantes nas coletas noturnas, indicando uma migração vertical diária para estas espécies. No segundo capítulo, amostras de microcrustáceos provenientes de reservatórios e lagoas marginais foram coletadas com arrastos com rede de plâncton nas estações seca e chuvosa, nas zonas litorâneas e limnéticas. Foram realizadas comparações entre os tamanhos e número de ovos dos

organismos obtidos nas amostras. Considerando a comunidade como um todo, foram encontrados resultados significativos na variação de tamanho e produção de ovos de cladóceros e copépodes. Quando as análises foram feitas no nível populacional, resultados significativos foram encontrados por exemplo, para os gêneros *Bosmina*, *Ceriodaphnia*, *Daphnia*, *Notodiaptomus* e *Thermocyclops*. Podemos concluir com este trabalho que, somente a presença das macrófitas não terá uma influência direta na distribuição da comunidade e no comportamento de migração horizontal diária, mas que, em nível de populações, a presença das macrófitas podem influenciar na permanência de determinadas espécies no ambiente. Podemos concluir também, que as condições ambientais irão afetar a produção de ovos e o tamanho dos organismos das espécies de Cladocera e de Copepoda de forma diferenciada, demonstrando que as características adaptativas de cada espécie serão importantes para a sua sobrevivência e desenvolvimento no ambiente.

Palavras-chave: Microcrustáceos. Migração horizontal diária. Distribuição espacial. Macrófitas. Tamanho corporal.

ABSTRACT

*This study intended to evaluate the influence of macrophyte on the distribution and occupancy microcrustaceans in artificial ponds, check these sites there daily horizontal migration, and collect data in oxbow lakes and reservoirs on the variation of size and egg production between limnéticas and coastal areas and between seasons. This work was divided into two chapters, the first was on the influence of macrophytes on microcrustaceans through experiment in artificial ponds for shrimp farming, and the second chapter was to analyze attributes such as population size and number of eggs from microcrustaceans reservoirs and oxbow lakes. In the experiment, macrophytes species, *Eichhornia crassipes*, were placed in one of the edges of six tanks, six other tanks were kept without macrophytes edges. Samplings were carried out with the microcrustaceans suction pump in all twelve tanks in coastal areas and limnetic during the day and at night. There was no significant results to changes in species composition and total abundance of individuals between treatments. In ponds with macrophytes, *Macrothrix paulensis* was more abundant while *Argyrodiaptomus furcatus* not occurred; *Simocephalus serrulatus* was more abundant in coastal areas; *Moina minuta*, *Thermocyclops decipiens*, *Argyrodiaptomus furcatus* and *Notodiptomus iheringi* were more abundant in the night samplings indicating a diel vertical migration for these species. In the second chapter, microcrustaceans samples from reservoirs and oxbow lakes were collected with a plankton net hauls with the dry and rainy seasons, coastal zones and limnéticas. Comparisons were made between the size and number of eggs obtained from organisms in samples. Considering the community as a whole, significant results were found in the variation of size and egg production of copepods and cladocerans. When the analyzes*

were performed at the population level, significant results were found for example, to the genera *Bosmina*, *Ceriodaphnia*, and *Daphnia* *Notodiaptomus* *Thermocyclops*. We can conclude that with this work, only the presence of macrophytes will not have a direct influence on the distribution of community and daily horizontal migration behavior, but at the level of populations, the presence of macrophytes can influence the persistence of certain species in the environment . We can also conclude that environmental conditions will affect egg production and size of the organisms of the species of *Cladocera* and *Copepoda* differently, demonstrating that the adaptive characteristics of each species will be important for their survival and development environment.

Keywords: Microcrustaceans. Horizontal daily migration. Spatial distribution. Macrophytes. Body size.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	01
JUSTIFICATIVA	07
OBJETIVOS	08
CARACTERIZAÇÃO DOS AMBIENTES ESTUDADOS	09
CAPÍTULO I: INFLUÊNCIA DAS MACRÓFITAS SOBRE A COMUNIDADE E POPULAÇÕES DE MICROCRUSTÁCEOS LITORÂNEOS E LIMNÉTICOS	
I. OBJETIVOS	16
II. MATERIAL E MÉTODOS	
1. DESENHO EXPERIMENTAL	16
2. AMOSTRAGENS DOS MICROCRUSTÁCEOS	18
3. ANÁLISE DA HOMOGENEIDADE DAS VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS DA ÁGUA ENTRE TRATAMENTOS	19
4. TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS	25
III. RESULTADOS	
1. MICROCRUSTÁCEOS LITORÂNEOS E LIMNÉTICOS	27
2. COMPOSIÇÃO DAS ESPÉCIES ENTRE TRATAMENTOS	28
3. RIQUEZA, DIVERSIDADE E UNIFORMIDADE	28
4. DENSIDADE DOS ORGANISMOS	28
4.1 COMUNIDADE	28
4.2 ESPÉCIES	30
IV. DISCUSSÃO	39
V. CONCLUSÕES	44

CAPÍTULO II: VARIAÇÃO DOS ATRIBUTOS POPULACIONAIS DOS MICROCRUSTÁCEOS ENTRE AS ZONAS LITORÂNEAS E LIMNÉTICAS E ENTRE AS ESTAÇÕES SECA E CHUVOSA EM RESERVATÓRIOS RASOS

I. OBJETIVOS	46
II. MATERIAL E MÉTODOS	
1. METODOLOGIA DE AMOSTRAGEM	46
2. ANÁLISE DOS DADOS	47
III. RESULTADOS	
1. LISTA DE ESPÉCIES ANALISADAS	48
2. VARIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE OVOS E TAMANHO PARA A COMUNIDADE DE CLADÓCEROS E COPÉPODES	50
3. VARIAÇÃO DE TAMANHO E PRODUÇÃO DE OVOS PARA AS ESPÉCIES DE CLADÓCEROS E COPÉPODES	63
IV. DISCUSSÃO	67
V. CONCLUSÕES	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
APÊNDICE A: RESULTADOS ESTATÍSTICOS PARA A COMPARAÇÃO DOS TAMANHOS CORPORAIS ENTRE ZONAS E ESTAÇÕES PARA OS CLADÓCEROS	80
APÊNDICE B: RESULTADOS ESTATÍSTICOS PARA A COMPARAÇÃO DO TAMANHO CORPORAL ENTRE ZONAS ESTAÇÕES PARA OS COPÉPODES	82
APÊNDICE C: RESULTADOS ESTATÍSTICOS PARA A COMPARAÇÃO DA PRODUÇÃO DE OVOS ENTRE ZONAS E ESTAÇÕES SECA PARA OS CLADÓCEROS	84

APÊNDICE D: RESULTADOS ESTATÍSTICOS PARA A COMPARAÇÃO DA
PRODUÇÃO DE OVOS ENTRE ZONAS E ESTAÇÕES PARA OS
COPÉPODES

Introdução

Os microcrustáceos são animais aquáticos que podem ocupar diversos compartimentos de um ecossistema lacustre (Wetzel, 2001). Existem aqueles que se associam ao substrato, chamados de bentônicos, e os que ocupam e utilizam a coluna d'água para forragear, chamados de planctônicos. Os microcrustáceos planctônicos pertencem a dois grupos taxonômicos: os cladóceros (Crustacea: Branchiopoda) e os copépodes (Crustacea: Maxillopoda).

Os cladóceros têm uma carapaça única que se abre ventralmente e possuem reprodução sexuada e assexuada por meio da partenogênese, sendo que a assexuada é a mais comum. Na maioria dos casos, os machos são pouco observados ou até inexistentes nas populações. Os cladóceros estão divididos em duas guildas principais: os filtradores, característicos das zonas limnéticas e os raspadores de perifíton, característicos das zonas litorâneas. Os copépodes, por sua vez, possuem carapaça segmentada, sua reprodução é somente sexuada e podemos observar dimorfismo sexual entre machos e fêmeas. Seu desenvolvimento é indireto tendo que passar por um estágio larval denominado náuplio, para atingir a fase adulta. As espécies planctônicas pertencem a duas ordens, os calanoides e os cyclopoides.

Dentre os cladóceros, os gêneros que pertencem às famílias Sididae, Moinidae e Daphniidae são compostos por espécies tipicamente limnéticas enquanto que as espécies das famílias Macrothricidae e Chydoridae são raspadoras de perifíton, vivem associadas às macrófitas e são consideradas litorâneas (Elmoor-Loureiro, 2007). Dentre os copépodes, por apresentarem espécies tipicamente herbívoras, calanoida é relatado como um grupo característico de zonas limnéticas (Matsumura-Tundisi & Silva, 1999). Já as espécies de cyclopoida são mais cosmopolitas e são comuns nas zonas litorâneas e limnéticas. Castilho-Noll et al. (no prelo) não encontraram diferenças significativas entre a

distribuição das espécies nas zonas litorâneas e limnéticas, embora, de modo geral, os cyclopoides tenham sido mais diversificado do que os calanoides.

Essa divisão dos microcrustáceos em litorâneos e limnéticos remetem à compartimentalização existente dentro de um ambiente lacustre. Considera-se zona litorânea aquela comumente situada próxima à margem do ambiente aquático, caracterizada por apresentar baixa profundidade, penetração de luz em toda a coluna d'água e presença de organismos de todos os níveis tróficos (Esteves, 2011). A região limnética, por sua vez, se situa na porção mais central do ambiente e sofre poucas interferências do ambiente terrestre (Straskraba & Tundisi, 2000). Em ambientes mais profundos também podemos encontrar na zona limnética uma região onde não há a penetração de luz (afótica), o que impede a existência de organismos fotossintetizantes e torna esta porção rica em organismos detritívoros e com baixos níveis de oxigênio dissolvido (Esteves, 2011).

Tais diferenciações permitem determinadas suposições sobre a distribuição dos organismos entre estes dois ambientes. Por se tratar de um sistema de transição (ecótono), a zona litorânea oferece maior heterogeneidade de habitats, o que proporciona um aumento da diversidade neste local. O fato de apresentar baixa profundidade e conseqüentemente uma maior penetração de luz propicia a existência de organismos terrestres com algumas adaptações à sobrevivência em meio aquático.

Dentre os organismos que são adaptados a esta situação intermediária, podemos citar as macrófitas aquáticas, vegetais que durante sua evolução retornaram ao ambiente aquático (Esteves, 2011). Podem ser submersas, enraizadas ou flutuantes e, por serem organismos fotossintetizantes, ocorrem preferencialmente onde há a penetração de luz no ambiente, o que torna a região litorânea propícia para o seu desenvolvimento. Podem influenciar na ocorrência de espécies, uma vez

que suas estruturas submersas aumentam a complexidade estrutural oferecendo uma maior heterogeneidade de habitats (Thomaz & Cunha, 2010), o que tem levado diversos limnólogos a estudar a relação das macrófitas com os organismos aquáticos.

A presença das macrófitas na zona litorânea pode influenciar as comunidades de microcrustáceos de diversas maneiras. Animais raspadores de perifiton utilizam suas raízes e estruturas submersas como substrato para conseguirem obter o seu alimento; as macrófitas podem, também, significar refúgio contra predadores visuais.

Nas regiões temperadas, alguns autores verificaram a realização da migração horizontal diária em ambientes rasos que possuíam a zona litorânea ocupada por macrófitas. Durante o dia os microcrustáceos buscam, em meio às estruturas submersas, refúgio contra predadores visuais e durante a noite retornam à zona limnética para forragear (Lauridsen et al., 1996, Burks et al., 2002). Estlander et al. (2008) ressaltam a importância da zona litorânea como refúgio em lagos rasos na Finlândia que apresentam alta transparência da água, o que indica que as macrófitas serviram como refúgio para microcrustáceos herbívoros de grande porte.

A maioria dos estudos que tratam da realização da migração horizontal diária foi realizada em regiões temperadas, entretanto existem algumas diferenças entre ambientes aquáticos temperados e tropicais que devem ser levados em consideração, uma vez que teorias elaboradas em ambientes temperados podem não ser aplicáveis para ambientes tropicais (Roche & Rocha, 2005). Em ambientes temperados há a predominância de lagos de origem natural, profundos e com baixa diversidade de peixes, com uma grande zona afótica e com uma região litorânea pouco extensa quando comparada ao tamanho do ambiente (Esteves, 2011). Regiões tropicais, por sua vez, são ricas em ambientes lênticos artificiais, pequenos, rasos e com grande diversidade de peixes. Relacionado com a presença das macrófitas, podemos citar o fato de que, em ambientes

rasos, a zona fótica é muito mais extensa quando comparada a ambientes muito profundos, o que propicia uma diversidade muito grande desses vegetais e de organismos a eles associados. Todos estes fatores tornam as características dos ambientes aquáticos tropicais diferentes dos existentes em zonas temperadas, de forma que as associações encontradas entre os organismos aquáticos e as macrófitas em ambientes temperados, podem não ser aplicáveis para ambientes tropicais.

Apesar de todas estas diferenças citadas entre ambientes de regiões temperadas e tropicais, há escassez de dados sobre a realização da migração horizontal diária em regiões tropicais, podendo-se citar para zonas subtropicais os de Meerhoff et al., 2007 e Iglesias et al., 2007. Segundo os autores, nos subtrópicos, os efeitos das macrófitas sobre as interações tróficas são mais complexas do que em lagos temperados, sugerindo que em lagos rasos subtropicais as plantas aquáticas oferecem refúgio para o zooplâncton apenas quando os peixes não são abundantes nas zonas litorâneas. Outro fator que deve ser ressaltado é a presença de predadores invertebrados, os quais podem ser mais abundantes nos ambientes tropicais e apresentar forte pressão de predação, tornando o comportamento migratório ainda mais complexo.

Além das diferenças na distribuição dos microcrustáceos entre as zonas, outro aspecto importante a ser considerado sobre as populações de microcrustáceos, diz respeito ao tamanho corporal dos indivíduos. Os peixes são os principais predadores vertebrados do zooplâncton, predam visualmente e a eles tem sido atribuída a causa da substituição de espécies maiores por menores nos trópicos. Segundo Iglesias et. al (2011), nessas regiões, há uma maior diversidade de peixes, que se reproduzem em diferentes épocas do ano e que são abundantes o ano todo. Isto afeta o tamanho das comunidades de microcrustáceos, uma vez que principalmente os indivíduos jovens de peixes, predam visualmente e levam à substituição de espécies maiores por menores.

Levando em consideração que a predação por peixes influencia no tamanho dos indivíduos (Iglesias et. al, 2011), e que as macrófitas podem ser utilizada como refúgio contra predadores (Burks et. al, 2002; Lauridsen et. al, 1996), é possível esperar que ocorram variações do tamanho dos indivíduos entre as zona litorâneas e limnéticas. A procura da região litorânea por uma determinada espécie pode estar condicionada à capacidade que a mesma tem de escapar de predadores visuais, e esta habilidade pode também estar relacionada com a fase de vida do indivíduo. Indivíduos maiores e com ovos são mais suscetíveis à predação visual e podem procurar entre as raízes das macrófitas, refúgio durante o dia. Entretanto, a zona litorânea também pode ser rica em predadores vertebrados, em especial peixes na fase juvenil, o que torna desvantajoso para os microcrustáceos a procura das macrófitas como refúgio (Iglesias et al., 2007), podendo resultar na concentração de organismos maiores na região limnética. Em um estudo realizado por Azevedo & Bonecker (2003), foram encontrados indivíduos maiores nas zonas limnéticas, o que, segundo os autores, se deve à fonte de alimento e preferência de habitat.

Além das diferenças que podem ser encontradas na variação de tamanho entre indivíduos que ocupam as zonas litorâneas e limnéticas, também podemos esperar algumas relações para variação de tamanho e produção de ovos entre as estações seca e chuvosa. Basicamente, dois fatores atuam como controladores no crescimento e produção de ovos dos microcrustáceos: a temperatura e a disponibilidade de alimento (Melão, 1999).

O metabolismo destes animais é influenciado pela temperatura ambiente e a disponibilidade de alimento está relacionada com a obtenção de recursos energéticos para o desenvolvimento e reprodução (Lynch, 1980). Estes fatores isolados podem não ser o suficiente para que haja alterações na produção de ovos e tamanho dos indivíduos, mas se ocorrerem juntos em um ambiente podem, então, levar a alterações na

dinâmica da comunidade e das populações. O metabolismo destes animais acelera com o aumento da temperatura, acarretando em uma diminuição do tempo de maturação com consequente produção precoce de ovos, resultando em indivíduos maduros, mas com menor tamanho corporal. Estudos diversos comprovam que a temperatura pode influenciar na dinâmica das populações, e podem não afetar todas as espécies de forma igualitária (Melão, 1999). A diminuição da quantidade de alimento pode levar a modificações na alocação da energia entre a reprodução e o crescimento. Disponibilidade de alimento significa recursos para o crescimento e reprodução, uma vez escasso, o animal pode apresentar uma diminuição do tamanho corporal ou da produção de ovos.

Já é esperado que exista uma variação destes dois fatores entre as estações do ano. No inverno, que corresponde à estação seca, as temperaturas são mais baixas e o fotoperíodo é menor, o que pode interferir na produção primária. As espécies fitoplanctônicas podem responder de forma diferenciada às alterações no ambiente, o que pode não afetar a comunidade de forma igualitária. Isto significaria alterações não apenas na quantidade, mas na qualidade de alimento para espécies de microcrustáceos que se alimentam do fitoplâncton. Variações na temperatura, na qualidade e quantidade de alimento entre as estações justificaria alterações no tamanho e produção de ovos dos microcrustáceos (Melão, 1999).

Este trabalho pretende fornecer respostas sobre a influência das macrófitas na distribuição, ocupação e migração dos microcrustáceos, bem como coletar dados sobre a variação de seus tamanhos entre as zonas litorâneas e limnéticas e entre as estações do ano.

Justificativas

Os dados obtidos neste trabalho auxiliarão na compreensão de como as diferentes faixas de tamanho dos microcrustáceos se distribuem entre as zonas litorâneas e limnéticas em ecossistemas lacustres; se há variação da produção de ovos entre as estações seca e chuvosa; se a presença de macrófitas na ausência de predadores, apresentam algum valor adaptativo para as espécies e finalmente, se em sistemas aquáticos artificiais de pequeno porte os microcrustáceos podem ocupar as zonas litorâneas temporariamente, realizando uma migração horizontal. Com base nos conceitos e hipóteses levantadas acima, este trabalho justifica-se por obter maiores informações sobre a influência da estrutura física do habitat na ocupação dos microcrustáceos em sistemas artificiais e naturais rasos e pequenos e, mais especificamente, informações sobre as zonas litorâneas desses ambientes, uma vez que esses conhecimentos ainda são escassos para os lagos e reservatórios rasos em regiões tropicais.

Os conhecimentos obtidos certamente se somarão às informações sobre a ocupação desses ecossistemas por outras espécies, tais como peixes, auxiliando na compreensão do funcionamento das redes tróficas, fluxos de energia e estrutura do ecossistema. Tais informações são de extrema importância para que projetos e programas de manejo, controle e atenuação de impactos sejam desenvolvidos com êxito em ecossistemas aquáticos.

O trabalho também se justifica por responder questões e testar hipóteses que foram levantadas em estudo prévio realizado nos ambientes que serão analisados no presente trabalho, utilizando experimentos com características bem próximas a ambientes naturais. Thomaz & Cunha (2010) enfatizam a realização de experimentos com macrófitas com condições que devem ser controladas e padronizadas, para que se obtenham respostas sobre a influência desses vegetais sobre as comunidades aquáticas.

Objetivos

O presente trabalho tem por objetivo verificar como alterações nas características físicas do habitat, propiciada pela presença das macrófitas, influenciam na ocupação e na abundância dos microcrustáceos. Além disso, será avaliada a variação de tamanho dos indivíduos entre as zonas litorâneas e limnéticas e entre as estações do ano em ambientes naturais e artificiais.

Com estes objetivos, iremos responder as seguintes perguntas:

Q1. As macrófitas alteram a composição das espécies de microcrustáceos no ambiente?

H1. As macrófitas irão proporcionar variação na complexidade estrutural do habitat, o que levará a alterações na composição das espécies entre tratamentos.

Q2. A presença das macrófitas irá alterar a abundância de indivíduos entre as porções litorâneas ocupadas pelas macrófitas e as porções centrais dos ambientes, sem a presença das macrófitas?

H2. As macrófitas irão alterar a abundância dos microcrustáceos, uma vez que sua presença pode favorecer ou não a sobrevivência dos indivíduos, levando a alterações na abundância entre as porções litorâneas dos ambientes e as centrais, na ausência de macrófitas.

Q3. Em ambientes aquáticos artificiais rasos de pequeno porte, com penetração de luz por toda sua extensão há a realização da migração horizontal?

H3. A abundância irá variar ao longo do dia entre as bordas e as partes centrais de ambientes artificiais rasos de pequeno porte uma vez que os microcrustáceos podem realizar a migração horizontal diária.

Q4. Se houver realização da migração horizontal, está sendo influenciada pelas macrófitas?

H4. A presença das macrófitas influenciam no comportamento migratório dos microcrustáceos, uma vez que representam refúgio contra predadores.

Q5. Há variação do tamanho corporal e do número de ovos entre as regiões litorâneas e limnéticas?

H5. A zona litorânea pode servir como refúgio para os animais, o que pode levar indivíduos maiores a ocupar a zona litorânea.

Q6. Há variação do tamanho corporal e do número de ovos entre as estações seca e chuvosa?

H6. Variações na temperatura da água e da produção primária entre as estações podem levar a alterações no tamanho corporal e produção de ovos da comunidade e das populações.

Todas estas hipóteses serão corroboradas ou refutadas ao longo do presente trabalho. Para uma melhor distribuição dos dados, esta dissertação foi dividida em dois capítulos, sendo que o primeiro capítulo irá tratar a respeito da influência das macrófitas sobre os microcrustáceos e no segundo capítulo serão abordadas as questões da variação de tamanho e número de ovos entre as zonas e estações do ano em reservatórios e lagoas marginais.

Caracterização dos ambientes estudados.

I. Fase experimental.

Por apresentarem tamanhos semelhantes, vazão da água estabelecida e condições limnológicas da água homogêneas entre os diferentes locais, pequenos viveiros utilizados para o cultivo de camarão apresentaram boas condições para a realização da fase experimental do presente estudo. Foram utilizados 12 viveiros de fundo natural com dimensões de 13 x 6 x 1,50 m, totalizando 85,8 m³, localizados no Setor de Carcinicultura do CAUNESP, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, campus de Jaboticabal (Figura 1).



Figura 1. Localização geográfica de Jaboticabal e foto do local de realização do experimento, em destaque, os doze viveiros que foram utilizados para o experimento.

Os viveiros utilizados para o desenvolvimento do experimento tem por finalidade o cultivo de camarões na fase de crescimento final. São viveiros de água doce com fundo natural de terra, tamanho aproximado de 0,1 ha. e profundidade média de 1m. O tempo de engorda destes animais varia entre 4 a 8 meses, sendo que após o cultivo dos camarões os tanques são totalmente esvaziados drenados e secos ao ar, logo em seguida, recebem cal hidratada (1 t/ha). Os viveiros foram abastecidos com água de uma represa, que passou por sistema de filtragem mecânica.

O manejo alimentar dos camarões varia de acordo com a sua fase de crescimento, sendo que os juvenis utilizam alimento natural,

entretanto, com o crescimento e engorda dos animais a alimentação passa a ser introduzida nos viveiros, sendo constituída principalmente de fertilizantes orgânicos e ração com altos teores de proteína animal.

II. Reservatórios e lagoas marginais.

Parte dos ambientes aquáticos estudados localizam-se na região noroeste paulista e, para abrangermos dados de locais com diferentes características, selecionamos três lagoas marginais localizados na zona de transição entre o rio Paranapanema e a represa de Jurumirim.

Reservatórios da região noroeste paulista:

Os ambientes aquáticos da região do noroeste paulista (Figura 2, Tabela 1) são constituídos principalmente por pequenos reservatórios ou açudes, formados pelo represamento de riachos dentro de propriedades rurais. Em alguns casos, estes ambientes estão associados, pelo menos em uma de suas bordas, a fragmentos florestais e, em outros, estão rodeados por culturas típicas da região, tais como canaviais, laranjais e pastagens para gado bovino. Os riachos que alimentam tais reservatórios são pequenos, de primeira ou segunda ordem, pertencentes às bacias hidrográficas Turvo-Grande, São José dos Dourados ou Baixo Tietê. O regime hidrológico destes ambientes lênticos é influenciado pelo regime fluvial dos pequenos riachos bem como pela precipitação local, tornando os reservatórios sujeitos a períodos de cheia, quando há elevados valores pluviométricos – de outubro a abril – e a períodos de seca, com diminuições nos níveis da água, durante a estação seca – de maio a setembro.

Tabela 1. Relação dos ambientes aquáticos estudados na região noroeste paulista, com suas respectivas localizações, profundidades e características do entorno. Obs.: As letras P e G referem-se aos fragmentos florestais aos quais os reservatórios estavam associados e que foram selecionados para o projeto temático.

Reservatórios	Cidade	Coordenadas	Profundidades (m)	Entorno
P1	Vicentinópolis	50W2051"	Litoral 0,5	Mata e cultura
		20S560"	Limnético 1,8	
P2	Macaubal	49W5613"	Litoral 0,3	Cultura
		20S4440"	Limnético 2,4	
G1	Novo Horizonte	49W1829"	Litoral 0,8	Cultura
		21S3010"	Limnético 2,1	
G3	Planalto	49W5841"	Litoral 0,7	Mata e cultura
		21S0054"	Limnético 3,8	
G4	União Paulista	49W5517"	Litoral 2,1	Cultura
		20S5428"	Limnético 4,9	
G5	Magda	50W1143"	Litoral 0,2	Mata e cultura
		20S320"	Limnético 1,3	
G7	Barretos	48W5031"	Litoral 0,8	Mata
		20S293,9"	Limnético 1,8	
G92	Matão	48W3247"	Litoral 0,6	Mata
		21S3100"	Limnético 1,9	
G93	Matão	48W3033"	Litoral 0,2	Mata
		21S3625"	Limnético 2,5	

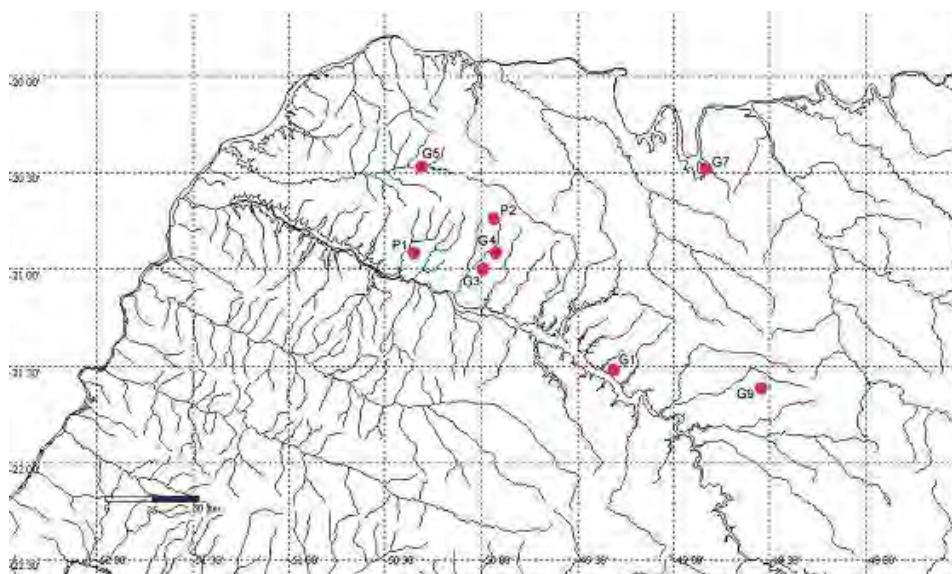


Figura 2. Localização dos reservatórios selecionados na região do noroeste paulista.

Lagoas Marginais:

As lagoas marginais, selecionadas para este estudo (Tabela 2, Figura 3) fazem parte de um complexo de lagoas localizadas na zona de desembocadura do rio Paranapanema no reservatório de Jurumirim.

Tabela 2. Relação das lagoas marginais estudadas, com suas respectivas localizações, profundidades e características do entorno.

Lagoa	Coordenadas	Profundidades (m)	Entorno
Lagoa do Mian	48W3716,2"	Litoral 1,3	Mata e cultura
	23S2951,7"	Limnético 3,3	
Lagoa do Barbosa	48W3751,8"	Litoral 2,0	Mata
	23S3018,3"	Limnético 3,2	
Lagoa Poço das Pedras	48W3758,2"	Litoral 2,0	Mata
	23S2915,7"	Limnético 2,6	

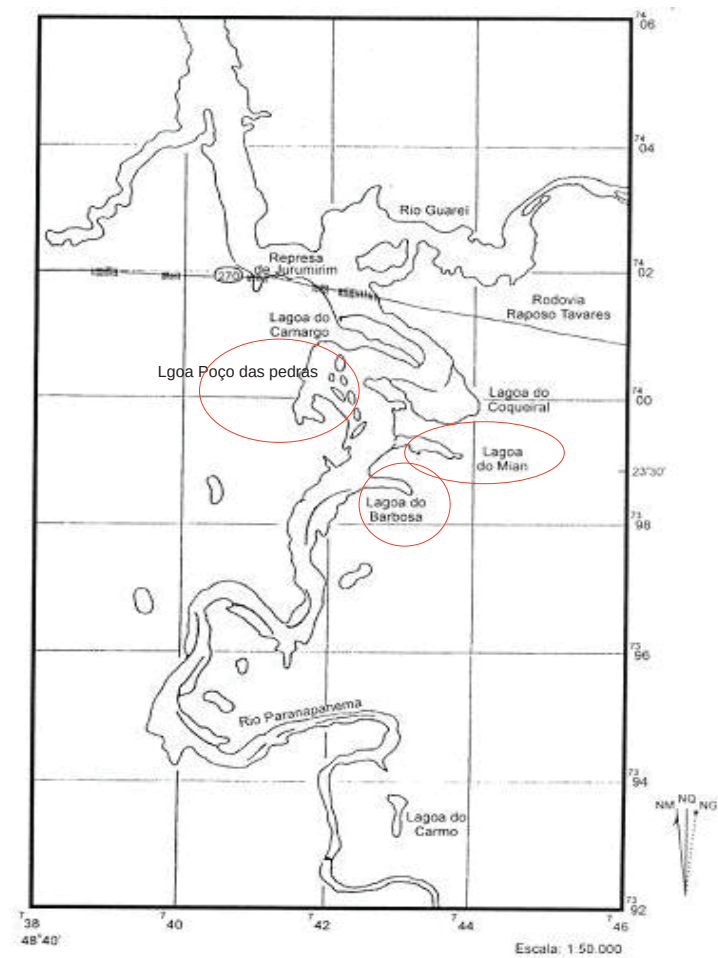


Figura 3. Região de desembocadura do Rio Paranapanema na Represa de Jurumirim. Em destaque estão as lagoas onde foram feitas as amostragens.

Capítulo I

INFLUÊNCIA DAS MACRÓFITAS SOBRE A
COMUNIDADE E POPULAÇÕES DE
MICROCRUSTÁCEOS LITORÂNEOS E LIMNÉTICOS
EM VIVEIROS DE CARCINICULTURA.

I. Objetivos

O presente capítulo tem por objetivos específicos:

1. Verificar experimentalmente se somente a presença das macrófitas, na ausência de predador, apresenta algum valor adaptativo para as espécies de microcrustáceos, alterando a composição e abundância entre locais com e sem macrófitas.
2. Verificar se em ambientes aquáticos artificiais de pequeno porte rasos ocorre a migração horizontal diária, e se esta é influenciada pela presença das macrófitas.

II. Material e métodos

Para verificar se as macrófitas influenciam na ocupação da zona litorânea por microcrustáceos litorâneos e limnéticos foi realizado um experimento, com base nos trabalhos de Meerhoff et al. (2007) e de Iglesias et al. (2007), cuja metodologia está descrita a seguir. Para uma abordagem didática serão consideradas as zonas limnéticas dos ambientes as porções centrais do viveiro, enquanto que zonas litorâneas serão os locais próximos a margem ou onde foram inseridas as macrófitas nos viveiros.

1. Desenho experimental

No experimento foram comparadas a composição de espécies e abundância dos microcrustáceos provenientes de viveiros com e sem macrófitas. Em todos os tanques, antes do início do experimento, amostragens piloto foram previamente realizadas para a verificação da existência de espécies zooplantônicas, sendo que foram encontradas espécies pertencentes ao grupo dos cladóceros, cyclopoides e calanoides.

Doze tanques foram selecionados para a realização do experimento, sendo estes divididos em dois grupos de seis tanques, onde o primeiro grupo recebeu em uma de suas bordas macrófitas aquáticas, simulando um ambiente com estes vegetais em sua zona litorânea, e no segundo grupo de tanques as macrófitas não foram inseridas em sua borda (Figura 4).

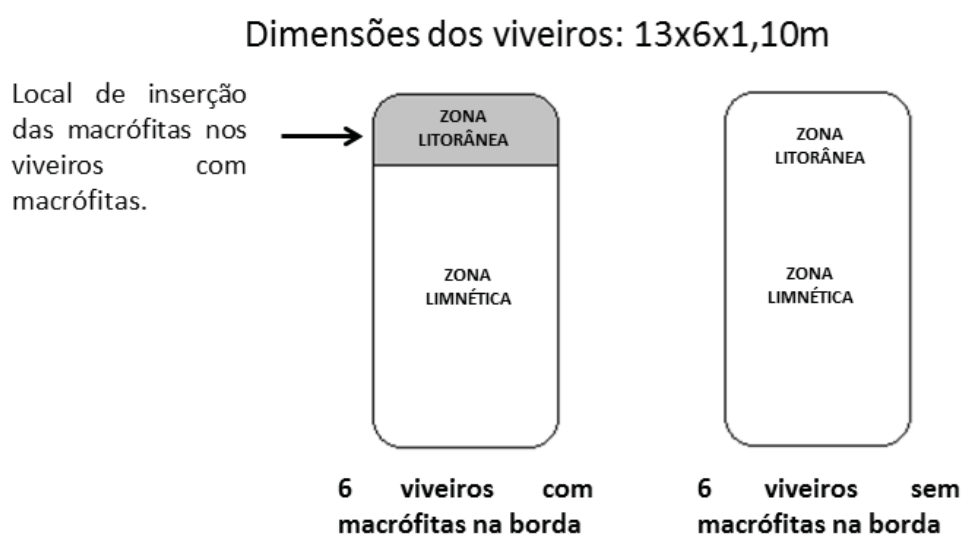


Figura 4. Esquema dos tanques utilizados para a realização do experimento

Tratamento 1: seis viveiros naturais preenchidos com água e comunidade zooplanctônica já estabelecida. Neste tratamento, foram implantados, em uma das margens dos tanques, indivíduos de macrófitas da espécie *Eichhornia crassipes*.

Tratamento 2: seis viveiros naturais preenchidos com água e comunidade zooplanctônica já estabelecida. Neste tratamento, as macrófitas não foram implantadas.

As macrófitas utilizadas foram obtidas no setor de cultivo de macrófitas (NEPEAN da FCAV-UNESP), Campus de Jaboticabal. Antes

de serem transplantadas para os viveiros suas raízes foram lavadas com água corrente, a fim de evitar que organismos provenientes do ambiente de cultivo fossem transportados para o local de realização do experimento. Para que não ocupassem todo o viveiro, foi utilizado um sistema de contenção, que consistiu em um bambu colocado paralelamente a uma distância de aproximadamente dois metros da borda, de extremidade à extremidade dos viveiros. Após a inserção das macrófitas foi dado um período de aproximadamente um mês para que ocupassem toda a área demarcada pelo bambu, sendo que logo em seguida, foram realizadas as coletas dos microcrustáceos.

2. Amostragens dos microcrustáceos

A amostragem dos microcrustáceos foi realizada no mês de maio de 2011, o que corresponde à estação seca, sendo uma coleta para cada ponto do viveiro e horário do dia. As coletas foram feitas em dois pontos em cada viveiro: um próximo à margem, na zona litorânea e um na zona limnética, no centro do viveiro. Para verificar se houve migração horizontal dos microcrustáceos coletas foram realizadas em dois períodos do dia, noturno e diurno, em torno de 12hs e 24hs, respectivamente.

O método de coleta foi o de bombeamento de água utilizando-se de uma bomba de sucção Jabsco® (modelo 3600-0000), movida à bateria de 12 V, por meio da qual foi bombeado um volume total de 75 litros de água. Esta água foi filtrada em rede de 45 μm , onde os organismos capturados foram anestesiados com água gaseificada e, logo em seguida, fixados com formol a 4%, sendo as amostras armazenadas em frascos etiquetados. Nos viveiros onde foram implantadas as macrófitas, a mangueira da bomba foi colocada entre as macrófitas com o intuito de capturar o zooplâncton que se encontrava neste local.

As contagens dos microcrustáceos foram realizadas por subamostragem, em que o mínimo de 60 indivíduos da categoria mais abundante foi contado em cada subamostra, sendo que o número destas

subamostras foi determinado de acordo com o coeficiente de variação (C.V.), que deve ser menor do que 0,2, segundo recomendação de McCauley (1984). Em amostras com baixa densidade de organismos, toda a amostra foi contada.

A identificação dos microcrustáceos zooplancctônicos foi realizada sob microscópio óptico, utilizando-se chaves específicas de identificação (Sendacz & Kubo, 1982; Reid, 1985; Matsumura-Tundisi, 1986; Elmoor-Loureiro, 1997; Silva & Matsumura-Tundisi, 2005).

3. Análise da homogeneidade das variáveis limnológicas da água entre tratamentos.

Para cada tanque foram realizadas amostragens em pontos na zona litorânea e limnética, sendo que nos tanques onde foram inseridas as plantas aquáticas, as amostragens foram realizadas dentro do banco de macrófitas. Essas amostragens foram obtidas com o intuito de verificar se a presença das macrófitas alterou as características limnológicas da água, uma vez que os microcrustáceos são extremamente sensíveis a alterações das variáveis bióticas e abióticas do ambiente.

Temperatura, OD, pH e condutividade.

A temperatura, oxigênio dissolvido, pH e condutividade foram medidos utilizando-se o aparelho multiparâmetros Horiba U-10 ®.

Estas variáveis foram monitoradas em dois pontos diferentes: na zona litorânea e limnética, sendo que não foram encontrados resultados diferentes entre os tratamentos (Figura 5), e entre zonas litorâneas e limnéticas (Figura 6).

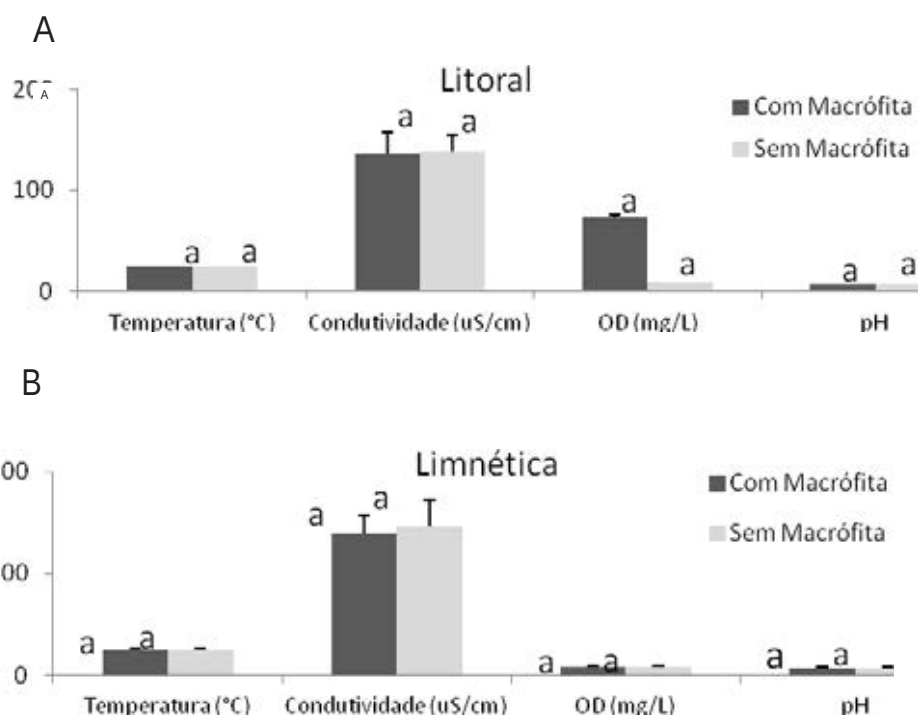


Figura 5. Comparação dos valores de temperatura, condutividade, oxigênio dissolvido e pH entre os tratamentos para as zonas litorâneas (A) e limnéticas (B).

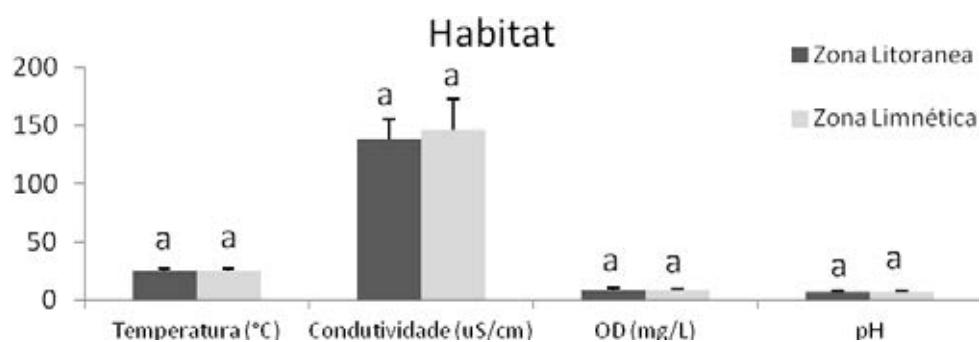


Figura 6. Comparação dos valores de temperatura, condutividade, oxigênio dissolvido e pH entre os habitats.

Foram encontradas diferenças entre os horários do dia (Figura 7), sendo que os resultados foram comparados separadamente entre os tratamentos.

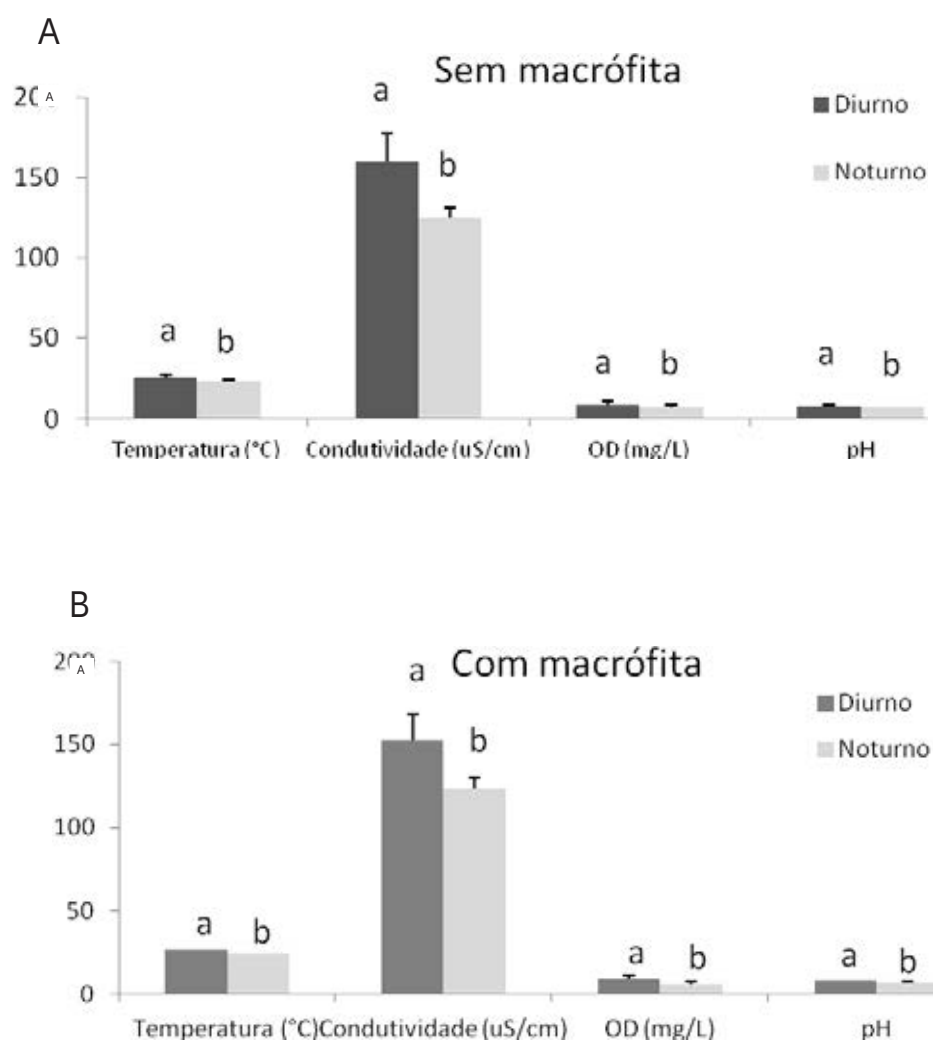


Figura 7. Comparação dos valores de temperatura, condutividade, oxigênio dissolvido e pH entre os horários do dia dos tanques sem (A) e com (B) macrófitas.

Material em suspensão

A quantidade de material em suspensão na água (mg.L^{-1}) foi determinada utilizando-se a metodologia gravimétrica (Teixeira & Kutner, 1962), sendo que não foram encontradas diferenças significativas entre habitats e tratamentos (Figura 8).

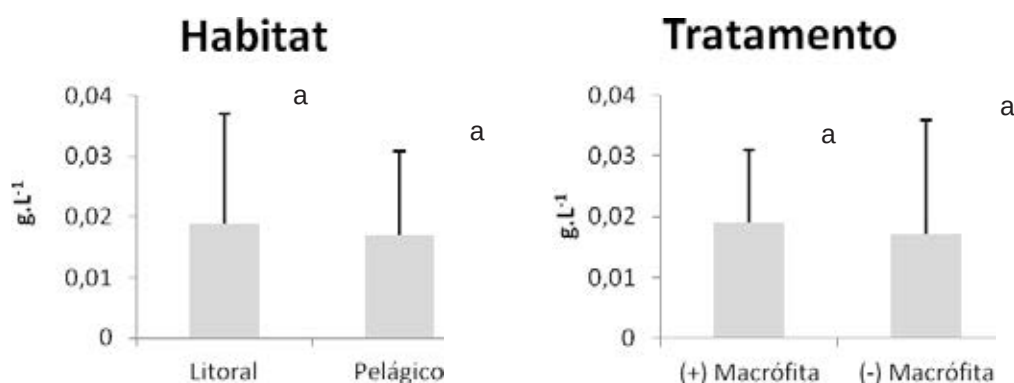


Figura 8. Comparação dos valores de material em suspensão entre habitats (A) e tratamentos (B).

Clorofila-a

Para a determinação da concentração da clorofila-a ($\mu\text{g.L}^{-1}$) foi utilizado o método descrito por Golterman et al. (1978). Um volume conhecido de cada amostra foi filtrado em filtros Milipore® AP20 que foram armazenados à temperatura de -20°C até posterior análise. Os filtros foram macerados em 10 ml de acetona (90%). Os extratos foram transferidos para tubos de ensaio e mantidos em refrigerador por 12 horas. Após este período, foi feita a centrifugação dos extratos por 10 minutos à rotação de 3000rpm. O sobrenadante foi removido para medir as absorbâncias a 663nm e 750nm por meio de um espectrofotômetro digital Micronal® (Modelo B 342II).

A concentração da clorofila-a foi determinada pela seguinte fórmula:

$$Pt = \frac{UE_{663} \times 100 \times \text{vol. extraído (ml)}}{K \times \text{vol. filtrado (L)}}$$

Onde:

Pt = pigmentos totais

UE₆₆₃ = extinção a 663 nm, usando cubeta paço 1cm, sendo

$$UE_{663} = \frac{UE_{663} - UE_{750}}{\text{Paço ótico (cm)}}$$

K = 89 (Coeficiente de extração de clorofila);

Vol. extraído (ml) = volume da extração da clorofila;

Vol. filtrado (L) = volume de água filtrado por amostra.

Não foram encontradas variações significativas para a comparação entre habitats e tratamentos (Figura 9).

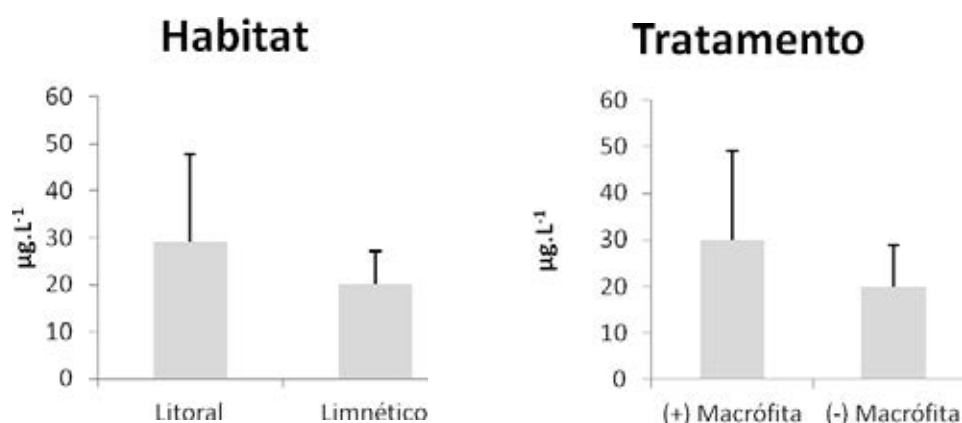


Figura 9. Comparação dos valores de clorofila-a entre habitats (A) e tratamentos (B).

Nutrientes totais

As amostras de água foram armazenadas em frascos, etiquetadas para identificação e congeladas até a data das análises químicas.

A determinação da concentração de nitrogênio total da água foi obtida pelo Método Persulfato / 4500-N C., descrito no APHA (1999).

A determinação da concentração de fósforo total da água foi realizada através do método da digestão do persulfato, com posterior determinação da concentração pelo Método Clorídrico Estanhoso / 4500-P D., descrito no APHA (1999).

Os nutrientes fósforo e nitrogênio (Figura 10) não apresentaram diferenças significativas entre os resultados dos diferentes tratamentos.

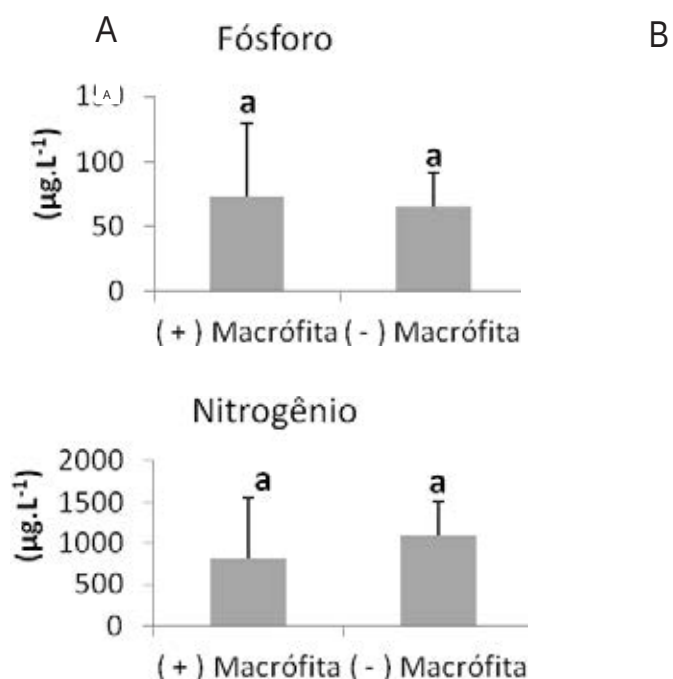


Figura 10. Comparação dos valores de fósforo (A) e nitrogênio (B) entre tratamentos.

4. Tratamento estatístico dos dados.

Para verificar a diversidade de espécies nos pontos amostrados, foi calculada a riqueza de táxons (S), a diversidade alfa de espécies através dos índices de Shannon-Wiener (H'), a dominância de Simpson (D) e a uniformidade (J'), por meio do programa PAST (PAleontological STatistics).

O cálculo do Índice de Shannon-Wiener foi realizado pela seguinte fórmula:

$$H' = - \sum (p_i) \cdot (\log_2 p_i),$$

Onde:

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

$p_i = n_i/N$

n_i = número de indivíduos da espécie i

N = número total de indivíduos

O cálculo da Uniformidade é expresso pela fórmula:

$$J' = H' / \log_2 S$$

Onde:

J' = uniformidade

H' = Índice de diversidade de Shannon-Wiener

S = número de espécies na amostra

O cálculo do Índice de Simpson foi realizado pela seguinte fórmula:

$$D = \sum p_i^2$$

Onde:

D = dominância de Simpson

$p_i = n_i/N$

n_i = número de indivíduos da espécie i

N = número total de indivíduos

Para verificar se a composição das espécies variou entre os dois tratamentos foi realizada uma ANOSIM. Para verificar se a presença das

macrófitas influencia na abundância dos microcrustáceos foi realizada uma ANOVA Three Way, de modo que foram verificadas as variações da abundância entre as zonas litorâneas e limnéticas, entre horários do dia, entre tratamentos e na interação entre horários do dia e habitat.

III. Resultados

1. Microcrustáceos litorâneos e limnéticos.

Os microcrustáceos litorâneos e limnéticos encontrados nas amostras pertencem ao grupo dos copépodes e cladóceros, sendo que do primeiro foram identificadas duas espécies de calanoides e uma de cyclopoides, e do segundo foram identificadas 8 espécies, pertencentes às famílias Sididae, Bosminidae, Moinidae, Daphniidae, Ilyocryptidae e Macrothricidae (Tabela 3).

Tabela 3. Lista de espécies de cladóceros e copépodes encontrados nos ambientes estudados.

Cladocera	
Família	Espécie
Sididae	<i>Diaphanosoma spinulosum</i> Herbst, 1967
	<i>Pseudosida bidentata</i> Herrick, 1884
Bosminidae	<i>Bosmina longirostris</i> (O. F. Muller, 1785)
Moinidae	<i>Moina minuta</i> Hansen, 1889
Daphniidae	<i>Ceriodaphnia cornuta</i> Sars, 1886
	<i>Simocephalus serrulatus</i> (Koch, 1841)
Ilyocryptidae	<i>Ilyocryptus spinifer</i> Herrick, 1882
Macrothricidae	<i>Macrothrix paulensis</i> (Sars, 1901)
Copepoda	
Ordem	Espécie
Cyclopoida	<i>Thermocyclops decipiens</i> (Kiefer, 1929)
Calanoida	<i>Argyrodiaptomus furcatus</i> (Sars, 1901)
	<i>Notodiatomus iheringi</i> (Wright, 1935)

2. Composição das espécies entre tratamentos.

Para verificar se houve variação na composição de espécies entre os tratamentos foi realizada uma análise de similaridade ANOSIM. A análise apresentou um R global de 0,1, com significância estatística de 0,7, o que demonstra que a composição de espécies não variou entre os tratamentos.

3. Riqueza, Diversidade, Uniformidade e Dominância

Na tabela 4 constam os valores de riqueza (S), dominância (D), diversidade (H') e equitabilidade (J'), sendo possível observar a semelhança dos valores encontrados entre zonas e tratamentos.

Tabela 4. Médias e desvios-padrão (DP) para riqueza (S), dominância (D), diversidade (H') e equitabilidade (J') das zonas litorâneas e limnéticas nos tanques com e sem macrófitas.

	Litoral com		Litoral sem		Limnética com		Limnética sem	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
S	14,0	2	11,9	2,21	12,17	1,17	12,17	2,64
D	0,09	0,01	0,1	0,02	0,1	0,009	0,11	0,02
H'	2,5	0,14	2,33	0,18	2,37	0,08	2,34	0,18
J'	0,96	0,009	0,95	0,006	0,95	0,01	0,95	0,02

4. Densidade dos organismos

4.1 Comunidade

A análise de variância ANOVA Three Way não apontou resultados significativos para a variação da densidade total dos indivíduos entre zonas, tratamentos, horário do dia e interação entre fatores (Tabela 5). Na figura 11 estão representadas as densidades de microcrustáceos nas zonas litorâneas e limnéticas dos tanques com e sem macrófitas.

Tabela 5. Desvios padrão e valores de p da Análise de Variância da densidade total dos microcrustáceos para cada fator e interação de fatores analisados.

Fator de variação	F	p
Período	0,323	0,573
Zona	0,0791	0,78
Tratamento	4,029	0,052
Período X Zona	0,306	0,583
Período X Tratamento	0,001	0,968
Zona X Tratamento	0,247	0,622
Período X Zona X Tratamento	0,648	0,426

* p < 0,05 ** p < 0,01 *** p < 0,001

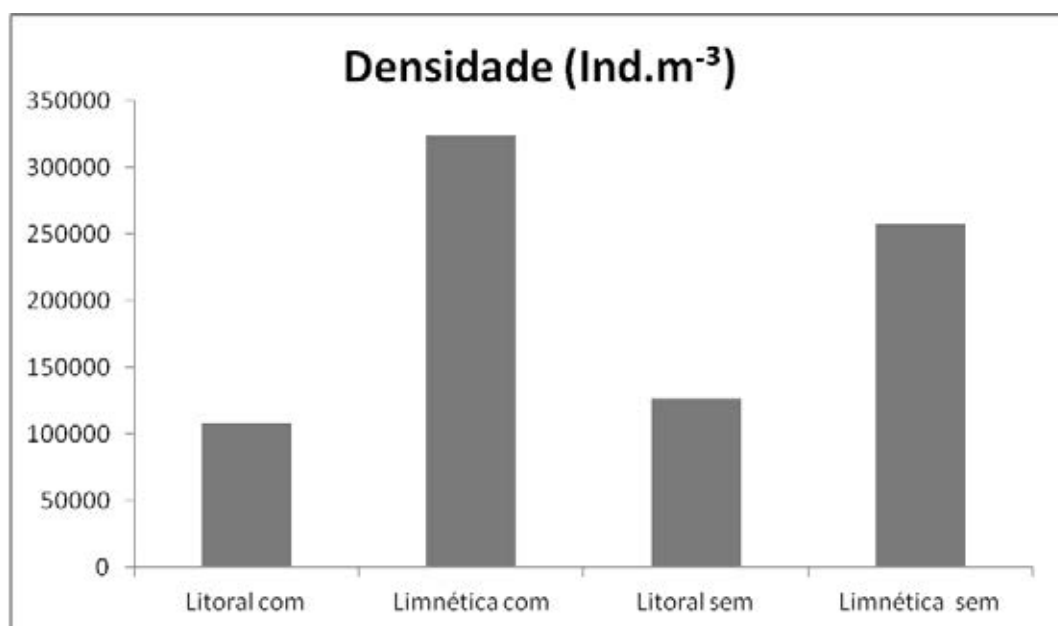


Figura 11. Médias das densidades totais (Ind.m⁻³) de microcrustáceos nas zonas litorâneas e limnéticas nos tanques com e sem macrófitas.

4.2 Espécies

Variação da densidade de indivíduos entre tratamentos.

Dentre as espécies de cladóceros e copépodes analisadas, duas apresentaram variações estatisticamente significativas na densidade dos indivíduos entre os tratamentos (Tabela 6). O cladóceros *Macrothrix paulensis* apresentou maior densidade na presença das macrófitas (Figura 12), enquanto que o calanóide *Argyrodiaptomus furcatus* apresentou menores densidades na presença das macrófitas (Figura 13).

Tabela 6. Resultados estatísticos obtidos com a análise de variância ANOVA Three Way para a comparação das densidades entre tratamentos.

Espécie	F	p
<i>Diaphanosoma spinulosum</i>	0,708	0,405
<i>Pseudosida bidentata</i>	1,853	0,181
<i>Bosmina longirostris</i>	2,423	0,127
<i>Moina minuta</i>	2,71	0,107
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	1,207	0,278
<i>Simocephalus serrulatus</i>	3,062	0,088
<i>Ilyocryptus spinifer</i>	1,115	0,297
<i>Macrothrix paulensis</i>	6,376	0,016 *
<i>Thermocyclops decipiens</i> fêmea	2,849	0,099
<i>Thermocyclops decipiens</i> macho	2,635	0,112
<i>Argyrodiaptomus furcatus</i> fêmea	12,148	0,001 **
<i>Argyrodiaptomus furcatus</i> macho	10,261	0,003 **
<i>Notodiaptomus iheringi</i> macho	0,760	0,389
<i>Notodiaptomus iheringi</i> fêmea	1,852	0,181
Náuplio	2,955	0,093
Copepodito cyclopoida	1,946	0,171
Copepodito calanoida	2,118	0,153

* p < 0,05 ** p < 0,01 *** p<0,001

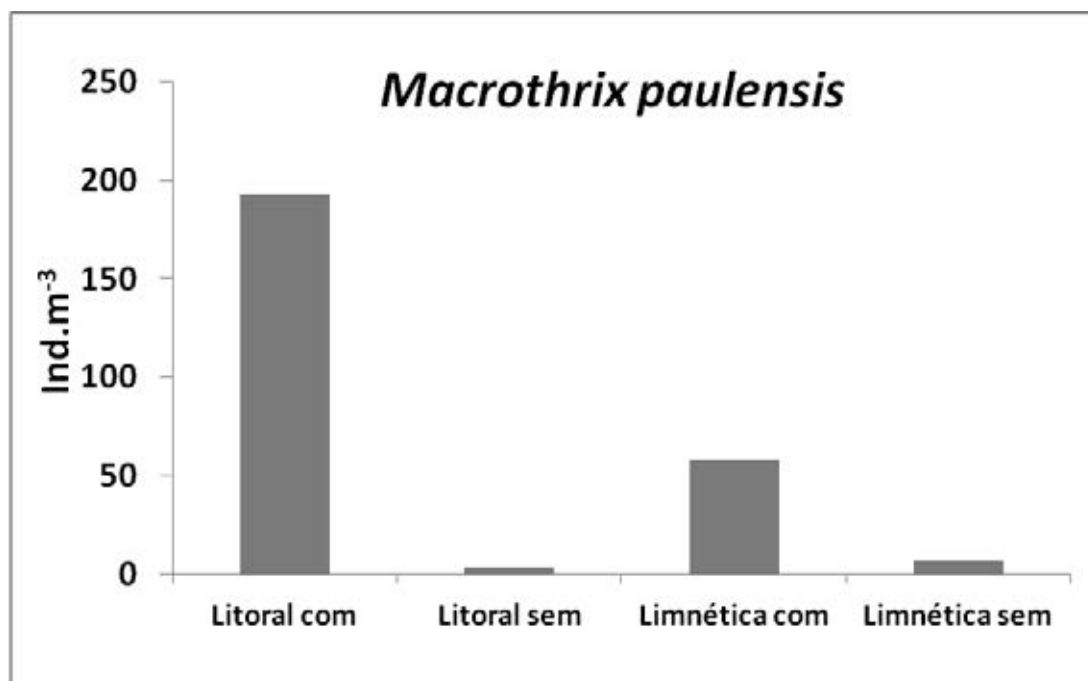


Figura 12. Médias das densidades (Ind.m⁻³) de *Macrothrix paulensis* nas zonas litorâneas e limnéticas dos tanques com e sem macrófitas.

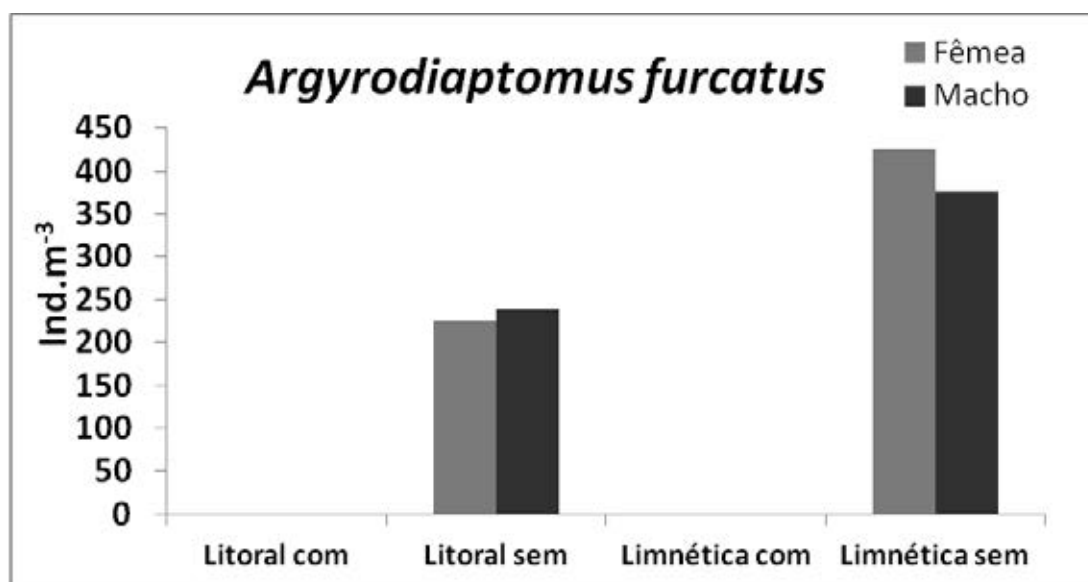


Figura 13. Médias das densidades (Ind.m⁻³) de *Argyrodiaptomus furcatus* nas zonas litorâneas e limnéticas dos tanques com e sem macrófitas.

Variação da densidade de indivíduos entre habitats.

Dentre as espécies de cladóceros e copépodes analisadas, *Simocephalus serrulatus* apresentou variação estatisticamente significativa na densidade dos indivíduos entre os habitats (Tabela 7), sendo que a densidade da espécie foi maior nas zonas litorâneas (Figura 14).

Tabela 7. Resultados estatísticos obtidos com a análise de variância ANOVA Three Way para a comparação das densidades entre habitats.

Espécie	F	p
<i>Diaphanosoma spinulosum</i>	0,179	0,674
<i>Pseudosida bidentata</i>	1,702	0,2
<i>Bosmina longirostris</i>	0,169	0,683
<i>Moina minuta</i>	0,007	0,93
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	0,086	0,375
<i>Simocephalus serrulatus</i>	3,796	0,050 *
<i>Ilyocryptus spinifer</i>	1,176	0,285
<i>Macrothrix paulensis</i>	1,917	0,174
<i>Thermocyclops decipiens</i> fêmea	0,410	0,526
<i>Thermocyclops decipiens</i> macho	0,119	0,732
<i>Argyrodiaptomus furcatus</i> fêmea	1,161	0,288
<i>Argyrodiaptomus furcatus</i> macho	0,514	0,477
<i>Notodiaptomus iheringi</i> macho	0,0968	0,757
<i>Notodiaptomus iheringi</i> fêmea	0,0757	0,785
Náuplio	0,205	0,653
Copepodito cyclopoida	0,214	0,646
Copepodito calanoida	0,048	0,827

* p < 0,05 ** p < 0,01 *** p<0,001

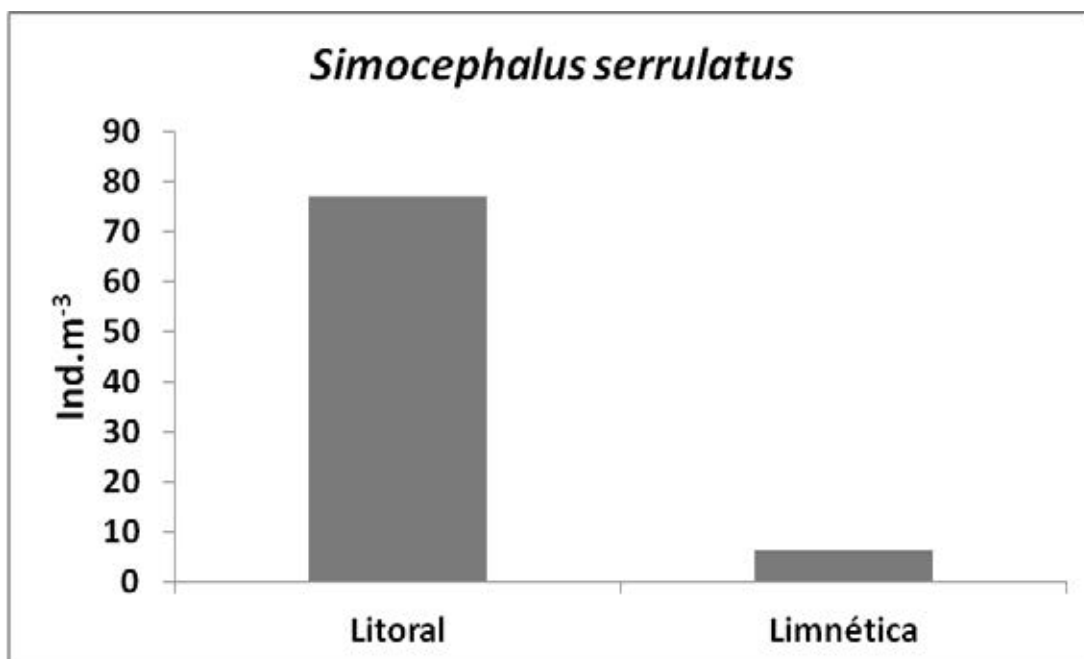


Figura 14. Médias das densidades (Ind.m⁻³) de *Simocephalus serrulatus* nas zonas litorâneas e limnéticas dos tanques.

Variação da densidade de indivíduos entre horários do dia.

Moina minuta (Figura 15), *Thermocyclops decipiens* fêmea (Figura 16), *Argyrodiaptomus furcatus* macho (Figura 17) e *Notodiaptomus iheringi* macho (Figura 18) apresentaram diferenças estatisticamente significativas para a variação da densidade entre horários do dia, indicando a realização da migração vertical diária (Tabela 8).

Tabela 8. Resultados estatísticos obtidos com a análise de variância ANOVA Three Way para a comparação das densidades entre horários do dia.

Espécie	F	p
<i>Diaphanosoma spinulosum</i>	3,653	0,063
<i>Pseudosida bidentata</i>	1,582	0,216
<i>Bosmina longirostris</i>	1,168	0,286
<i>Moina minuta</i>	5,323	0,026 *
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	3,595	0,065
<i>Simocephalus serrulatus</i>	0,175	0,188
<i>Ilyocryptus spinifer</i>	1,094	0,302
<i>Macrothrix paulensis</i>	0,001	0,972
<i>Thermocyclops decipiens</i> fêmea	5,164	0,029 *
<i>Thermocyclops decipiens</i> macho	3,804	0,058
<i>Argyrodiaptomus furcatus</i> fêmea	3,603	0,065
<i>Argyrodiaptomus furcatus</i> macho	4,086	0,05 *
<i>Notodiaptomus iheringi</i> macho	5,149	0,029 *
<i>Notodiaptomus iheringi</i> fêmea	1,285	0,264
Náuplio	0,065	0,799
Copepodito cyclopoida	2,187	0,147
Copepodito calanoida	0,43	0,516

* p < 0,05 ** p < 0,01 *** p<0,001

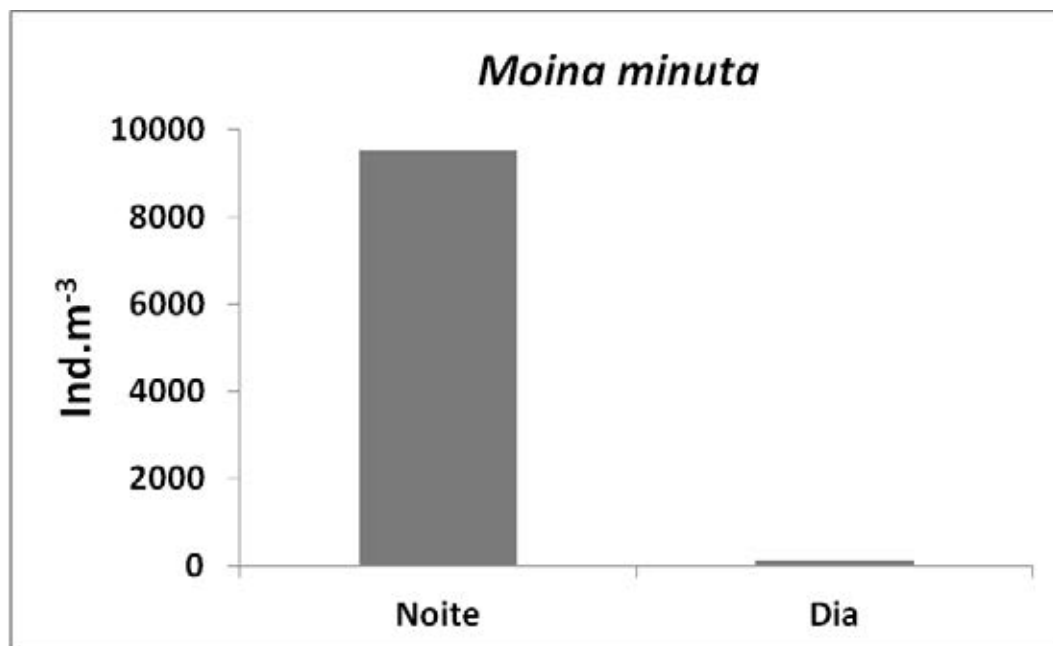


Figura 15. Médias das densidades (Ind.m⁻³) de *Moina minuta* nos períodos noturnos e diurnos.

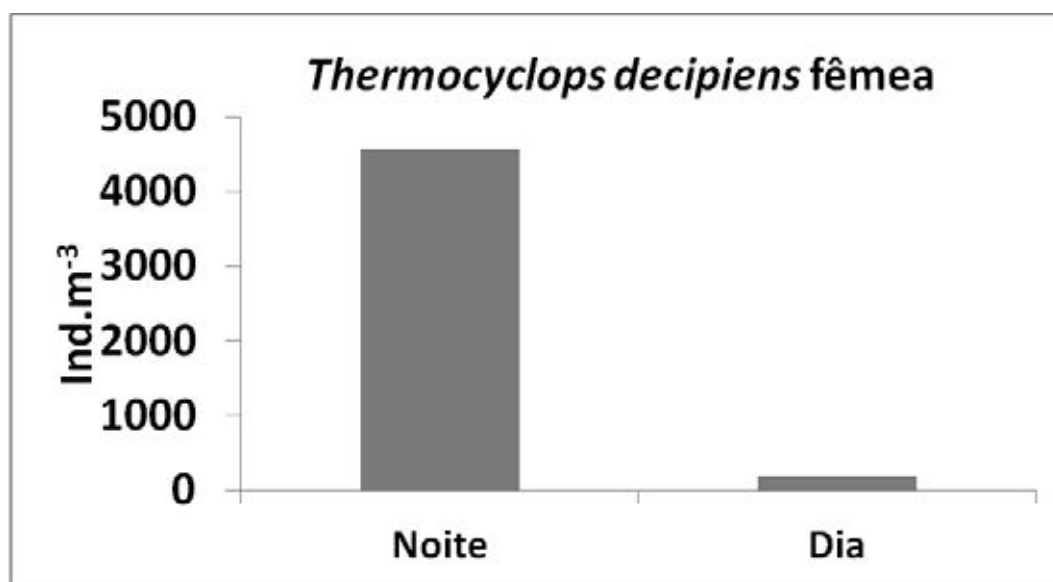


Figura 16. Médias das densidades (Ind.m⁻³) de *Thermocyclops decipiens* fêmea nos períodos noturnos e diurnos.

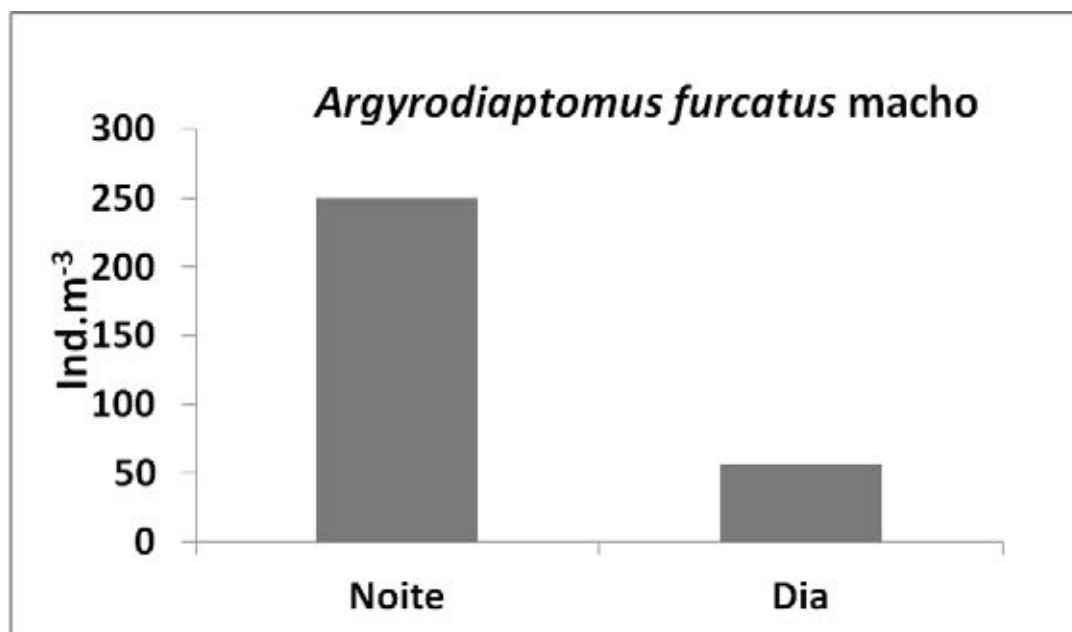


Figura 17. Médias das densidades (Ind.m⁻³) de *Argyrodiaptomus furcatus* macho nos períodos noturnos e diurnos.

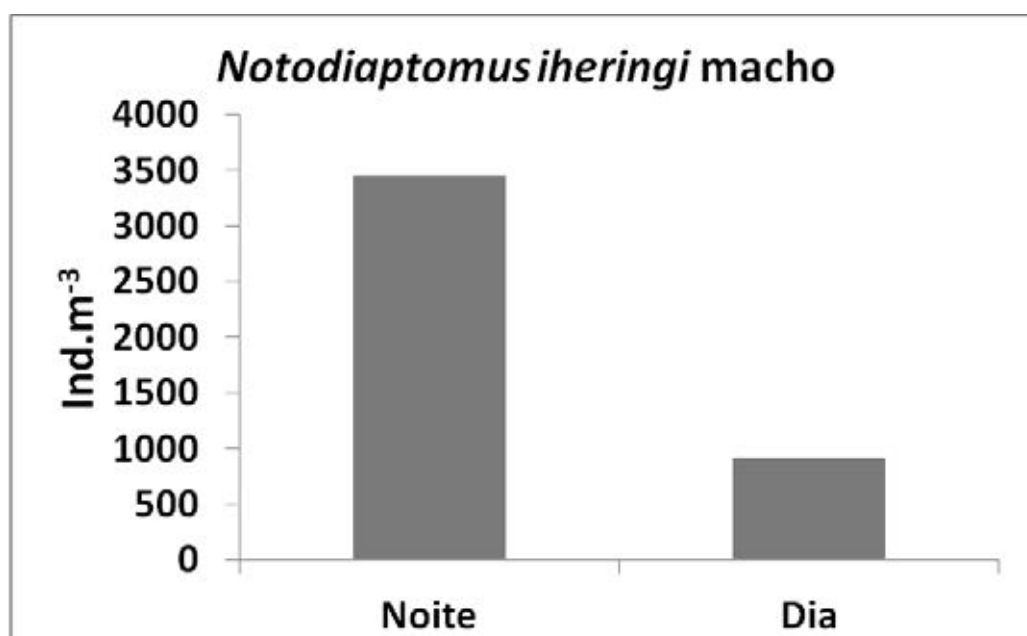


Figura 18. Médias das densidades (Ind.m⁻³) de *Notodiaptomus iheringi* macho nos períodos noturnos e diurnos.

Variação da densidade de indivíduos entre as interações de habitat com horários do dia.

Variações da densidade de indivíduos entre as interações habitat X horário do dia significaria migração horizontal, entretanto, não houve resultados significativos para nenhuma das espécies (Tabela 9).

Tabela 9. Resultados estatísticos obtidos com a análise de variância ANOVA Three Way para a comparação das densidades da interação entre horários do dia X habitat.

Espécie	F	p
<i>Diaphanosoma spinulosum</i>	0,522	0,474
<i>Pseudosida bidentata</i>	1,442	0,237
<i>Bosmina longirostris</i>	0,74	0,395
<i>Moina minuta</i>	0,002	0,959
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	0,810	0,374
<i>Simocephalus serrulatus</i>	1,795	0,188
<i>Ilyocryptus spinifer</i>	0,999	0,324
<i>Macrothrix paulensis</i>	1,327	0,256
<i>Thermocyclops decipiens</i> fêmea	0,389	0,536
<i>Thermocyclops decipiens</i> macho	0,0532	0,819
<i>Argyrodiaptomus furcatus</i> fêmea	0,077	0,783
<i>Argyrodiaptomus furcatus</i> macho	0,0131	0,909
<i>Notodiaptomus iheringi</i> macho	0,0084	0,927
<i>Notodiaptomus iheringi</i> fêmea	0,0295	0,864
Náuplio	0,419	0,521
Copepodito cyclopoida	0,0723	0,789
Copepodito calanoida	0,314	0,579

* p < 0,05 ** p < 0,01 *** p < 0,001

IV. Discussão

A semelhança dos valores encontrados entre os tratamentos para as variáveis limnológicas da água demonstra que, durante o experimento, as condições gerais dos tanques foram as mesmas, tendo como único fator de diferenciação a presença e a ausência das macrófitas. Em experimentos como estes, a padronização e controle das condições são de extrema importância para que se possa identificar qual a real influência das macrófitas sobre as comunidades (Thomaz & Cunha, 2010).

A ausência de resultados estatisticamente significativos para a variação da composição de espécies e abundância de indivíduos da comunidade como um todo, entre os tratamentos, demonstra que o fator presença de macrófitas não representa uma influência direta sobre a riqueza e diversidade zooplanctônica. Vários trabalhos realizados nas zonas litorâneas de ecossistemas naturais enfatizam a elevada riqueza de espécies nessa zona, comparada à zona limnética (Maia-Barbosa et al., 2008, Castilho-Noll et al., 2010, Margalef, 1983). Desta forma, uma zona litorânea com a presença de macrófitas, como a que se tentou simular em alguns tanques do experimento, poderia resultar em um maior número de espécies do que nos tanques sem as macrófitas. Entretanto, alguns fatores podem ser destacados para tentar explicar porquê isso não ocorreu: 1. O período de tempo para o estabelecimento da comunidade de macrófitas pode não ter sido suficiente para que outras espécies de microcrustáceos zooplanctônicas, principalmente as fitófilas, se estabelecessem, resultando no aumento da diversidade de espécies. Os microcrustáceos das zonas litorâneas de ecossistemas lênticos podem ser classificados em três grupos gerais: a. associados à macrófitas; b. livre-natantes entre as plantas aquáticas; c. associados ao sedimento (Wetzel, 2001). As espécies de cladóceros livre-natantes entre as plantas aquáticas podem ser aquelas comuns na zona limnética e que ocupam também a zona litorânea, tais como: *Bosmina* sp., *Diaphanosoma* sp., *Ceriodaphnia* sp.; já espécies associadas às macrófitas são aquelas

raspadoras de perifíton e podem ser encontradas nas famílias Macrothricidae e Chydoridae (Elmoor-Loureiro, 2007). A composição das espécies encontradas nos tanques revelou a presença de um maior número de espécies livre-natantes, que ocorreram de forma semelhante em ambos os tratamentos com e sem macrófitas. Entretanto, *Macrothrix paulensis* ocorreu em maior densidade nos tanques com macrófitas, indicando que este tratamento foi mais favorável ao desenvolvimento de populações dessa espécie. Há indícios, portanto, de que seja necessário um maior período de tempo para que espécies desses grupos possam se estabelecer e se desenvolver. 2. Outro fator que pode ser destacado para a não diferenciação entre a composição de espécie entre os dois tratamentos é o fato de que, a título de facilitar o controle e padronização das condições ambientais, foram usadas apenas organismos da espécie de macrófita flutuante *Eichhornia crassipes*. Macrófitas flutuantes são as que apresentam o menor número de espécies de microcrustáceos associados, quando comparado às espécies de enraizadas (Meerhoff, 2007). Além disso, nos ambientes naturais, dificilmente as comunidades de macrófitas são compostas por apenas uma espécie, sendo que a diversidade é representada por espécies não apenas flutuantes, mas também submersas e enraizadas emersas. Por ter a maior parte de suas estruturas sob a água, as enraizadas e submersas proporcionam maior complexidade estrutural do ambiente quando comparada às flutuantes para os organismos aquáticos (Thomaz & Cunha, 2010), sendo que existe a associação entre o aumento da riqueza do ambiente com o aumento da complexidade estrutural do habitat (MacArthur, 1961).

A ausência de peixes no experimento também pode ter levado a ausência de variação da abundância de indivíduos entre zonas e tratamentos no experimento. A presença das macrófitas em ambientes naturais pode modificar a distribuição e abundância de predadores, o que indiretamente afeta as comunidades de microcrustáceos. A presença de peixes planctívoros é um fator de extrema importância para a estruturação

destas comunidades, podendo levar a alterações na composição das espécies de microcrustáceos (Wetzel, 2001, Iglesias, 2011), As macrófitas poderiam então, levar a uma maior diversidade de predadores vertebrados, em especial indivíduos jovens de peixes (Meerhoff, 2007), o que influenciaria na ocupação das zonas litorâneas e limnéticas pelos microcrustáceos nos ambientes.

Quando passamos para uma análise detalhada, no nível de espécie, alguns padrões significativos puderam ser observados, como para a espécie *Macrothrix paulensis*, que foi mais abundante nos tanques com macrófitas, devido ao seu hábito fitófilo (Elmor Loureiro, 2007). Outro cladócero que deve ser destacado é *Simocephalus serrulatus*, cuja abundância foi maior nas zonas litorâneas de ambos os tratamentos, o que também está de acordo com seu hábito litorâneo.

A presença de *Notodiaptomus iheringi* nos tanques com macrófitas também pode ser um fator que influenciou na ausência de *Argyrodiptomus furcatus*, uma vez que estas espécies tem o mesmo hábito alimentar e podem ser consideradas competidoras (Rietzler et al., 2002). Algumas características adaptativas de *N. iheringi* fornecem vantagens para a espécie, sendo mais resistente a variações das condições físicas do ambiente. Macedo & Sipaúba-Tavares (2005) em anos anteriores analisaram as comunidades planctônicas de viveiros e constatarem elevadas densidades de *Microcystis* sp., sendo que em um estudo ecotoxicológico *N. iheringe* se mostrou mais resistente a cianotoxinas (Okumura, 2011). Não há dados sobre a comunidade fitoplanctônica nos tanques do presente experimento, mas como o crescimento dessas cianobactérias parece ser comum nesse tipo de ambiente, é possível que sua presença possa ser determinante para a dominância de *N. iheringe*.

As variações da densidade encontrada entre os horários do dia para *Argyrodiptomus furcatus*, *Moina minuta*, *Thermocyclops decipiens* e *Notodiaptomus iheringi* indicam que estas espécies estão realizando a

migração diurna vertical, o que é comum principalmente entre espécies de Calanoida em zonas subtropicais (Meerhoff et al., 2007). A migração vertical consiste na ocupação das zonas inferiores dos ambientes aquáticos durante o dia e migração para as partes superiores nos períodos noturnos. A migração pode trazer algumas vantagens para estes animais, tais como: a possibilidade da captura do alimento durante a noite pode diminuir o efeito deletério da irradiação solar, as temperaturas menores nas zonas inferiores significam economia de energia para o metabolismo (que fica mais lento em temperaturas menores), otimização da reprodução fitoplanctônica com a ausência da pastagem durante o dia e, por fim, evitar a predação (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008).

A migração horizontal foi observada em ambientes temperados para espécies de cladóceros e copépodes (Lauridsen, 1996; Burks et al., 2002). Em ecossistemas subtropicais, Meerhoff et al. (2006) verificaram que há uma tendência dos microcrustáceos em evitar as macrófitas, atribuindo a esse comportamento o fato de que em bancos de macrófitas há uma elevada densidade de peixes, principalmente na fase jovem, que consomem o zooplâncton.

A ausência de variação da densidade entre os horários do dia entre as zonas litorâneas e limnéticas no presente trabalho demonstra que as populações não apresentaram migração horizontal diária, sendo que a ausência de predadores pode ter sido o principal fator.

Bezerra et al. (2009) analisaram o comportamento migratório de espécies planctônicas e observaram que a distribuição dos predadores influenciou no comportamento de migração vertical de *Thermocyclops inversus*. Foi comparado o comportamento migratório de espécies zooplanctônicas de dois locais e, na ausência de peixes zooplanctívoros a larva do Diptera *Chaoborus* se distribuiu em toda coluna d'água independente do período, sendo que *T. inversus* acompanhou o mesmo comportamento, se distribuindo em toda a coluna d'água. Entretanto, na presença de peixes zooplanctívoros, tanto a larva de *Chaoborus* quanto

T. inversus realizaram a migração vertical diária. Este estudo, embora tenha sido realizado avaliando-se a migração vertical diária, demonstra a importância da presença do predador para que seja desencadeado o comportamento migratório dos animais. A ausência de peixes no experimento foi importante para constatar que não é apenas a presença das macrófitas que irá desencadear a migração destes animais, e que a predação deve ser levada em consideração em estudos envolvendo a migração horizontal diária.

Além da ausência dos predadores, outros fatores podem ter sido determinantes para não realização da migração horizontal no experimento: primeiro, em ambientes naturais as macrófitas podem oferecer um risco maior de predação, uma vez que podem ser ocupadas por predadores vertebrados e invertebrados, sendo que só oferecerão vantagens em relação a refúgio quando a abundância de peixes planctívoros nas zonas limnéticas for elevada; segundo, as macrófitas podem liberar substâncias químicas que são nocivas aos microcrustáceos e, por último, a produção primária pode ser inferior em meio às macrófitas, o que significaria uma menor oferta de alimento (Burks et al., 2002).

Apesar dos dados de Bezerra et al. (2009) demonstrarem que a presença dos predadores é importante para a ocorrência de migração vertical e de que este não foi um dos objetivos do presente estudo, a migração vertical por microcrustáceos planctônicos parece ter ocorrido nos tanques mesmo com a ausência de predadores tanto vertebrados quanto invertebrados.

Podemos concluir com este experimento que, somente a presença das macrófitas não terá uma influência direta na distribuição e abundância da comunidade como um todo e no comportamento de migração horizontal diária. Entretanto, os resultados encontrados para as espécies estão evidenciando que, no nível de populações, podem ocorrer influências de forma negativa ou positiva.

V. Conclusões

Com os resultados obtidos por este estudo pode-se concluir que:

1. Não há um padrão de respostas da comunidade de microcrustáceos como um todo para locais com e sem macrófitas, uma vez que a presença destas não exerceu influência direta sobre a composição de espécies e abundância total dos microcrustáceos. .
2. As respostas para a presença ou ausência das macrófitas puderam ser observadas quando as análises foram realizadas ao nível populacional, demonstrando que as espécies respondem de forma diferenciada, sendo que a influência pode ser positiva ou negativa.
3. A espécie *Macrothrix paulensis* apresenta preferências por ambientes com a presença de macrófitas e a espécie *Argyrodiaptomus furcatus* por ambientes sem a presença de macrófitas;
4. O comportamento de migração horizontal diária não foi observado para nenhuma das espécies, mostrando que outros fatores e não somente a presença das macrófitas pode influenciar no comportamento migratório destes animais.

Capítulo II

VARIAÇÃO DOS ATRIBUTOS POPULACIONAIS DOS
MICROCRUSTÁCEOS ENTRE AS ZONAS LITORÂNEAS E
LIMNÉTICAS E ENTRE AS ESTAÇÕES SECA E CHUVOSA
EM RESERVATÓRIOS RASOS.

I. Objetivos

O presente capítulo tem por objetivo específico:

1. Verificar se há variação do tamanho e produção de ovos de cladóceros e copépodes entre as zonas litorâneas e limnéticas dos ambientes aquáticos estudados,
2. Verificar se há variação do tamanho e produção de ovos de cladóceros e copépodes entre as estações do ano, nos ambientes aquáticos estudados.

II. Material e métodos

Os dados dos atributos populacionais foram obtidos a partir de análises em amostras já coletadas durante o desenvolvimento do projeto Temático Programa Biota-Fapesp (processo nº 04/04820-3) e do projeto de Pós-doutorado da orientadora (processo Fapesp nº 2007/05134-4).

1. Metodologia de amostragem

As amostragens ocorreram nas estações seca e chuvosa durante os anos de 2007 a 2009, em pontos localizados nas zonas litorâneas e limnéticas. As amostras foram obtidas com arrastos verticais com rede de plâncton de 45 µm de malha ou com o bombeamento da água, utilizando-se uma bomba de sucção. Após armazenados em frascos etiquetados, os organismos foram anestesiados com água gaseificada e fixados com formol a 4%. Foram medidas a profundidade e a transparência da água com o auxílio de um disco de Secchi, e alguns fatores físicos e químicos da água (temperatura, oxigênio dissolvido, pH e condutividade) foram obtidos com o aparelho Horiba U-10®. A concentração da clorofila a (µg.L⁻¹) foi obtida pelo método descrito por Golterman et al. (1978).

A identificação dos microcrustáceos foi realizada sob microscópio óptico, utilizando-se chaves específicas de identificação (Sendacz &

Kubo, 1982; Reid, 1985; Matsumura-Tundisi, 1986; Elmoor-Loureiro, 1997; Silva & Matsumura-Tundisi, 2005).

As análises dos atributos populacionais foram realizadas para as populações mais abundantes de Cladocera e Copepoda e os parâmetros que foram avaliados são:

- Contagens do número de ovos por fêmeas ovadas: um mínimo de 30 fêmeas foram selecionadas ao acaso na amostra e o número de ovos de cada uma delas foi contado, a média do número de ovos foi extrapolada para toda a população.

- Tamanho médio das populações: a média de tamanho das populações dos microcrustáceos foi verificada através da medição dos indivíduos. Para Cladocera, a medida usada foi o comprimento total do indivíduo, sendo medido a partir da extremidade anterior da carapaça até o ponto de inserção do espinho caudal (McCauley, 1984). Os copépodes adultos e copepoditos foram medidos separadamente. As medidas foram obtidas a partir da extremidade anterior do cefalotórax até a extremidade posterior do urossomo, excluindo os ramos da furca caudal (McCauley, 1984). Os náuplios foram medidos através do comprimento total do tamanho dos indivíduos. Cada animal foi medido utilizando-se a ocular micrométrica acoplada ao microscópio estereoscópico.

2. Análises dos dados

Para verificar se os dados apresentaram variação entre zonas e estações foram realizados testes de comparação de médias, por meio do software R, sendo que a forma de realização dos testes estatísticos estão descritos a seguir:

→ Teste de normalidade dos dados: foi realizado por meio do teste de Shapiro-Wilk.

→ Testes de significância: para dados paramétricos foi realizado o teste t-Student e para dados não paramétricos teste Mann-Whitney.

III. Resultados

1. Lista de espécies analisadas.

Foram identificadas e analisadas, quanto ao tamanho e número de ovos, 17 espécies de cladóceros (Tabela 10) e 4 de copépodes (Tabela 11).

Tabela 10. Lista de espécies de cladóceros analisadas.

Cladóceros	
Família	Espécie
Sididae	<i>Diaphanosoma birgei</i> Korineck, 1981
	<i>Diaphanosoma brevireme</i> Sars, 1901
	<i>Diaphanosoma spinulosum</i> Herbst, 1967
Bosminidae	<i>Bosmina tubicen</i> Brehm, 1953
	<i>Bosmina</i> cf. <i>freyi</i>
	<i>Bosminopsis deitersi</i> Richard, 1895
Moinidae	<i>Moina minuta</i> Hansen, 1899
Daphniidae	<i>Ceriodaphnia cornuta</i> Sars, 1886
	<i>Ceriodaphnia silvestrii</i> Daday, 1902
	<i>Daphnia ambigua</i> Scourfield, 1947
	<i>Daphnia gessneri</i> Herbst, 1967
	<i>Simocephalus iheringi</i> Richard, 1897
Ilyocryptidae	<i>Ilyocryptus spinifer</i> Herrick, 1882
Macrothricidae	<i>Macrothrix paulensis</i> (Sars, 1901)
Chydoridae	<i>Anthalona verrucosa</i> (Sars 1901)
	<i>Alonella dadayi</i> Birge, 1910
	<i>Chydorus dentifer</i> Daday, 1905

Tabela 11. Lista de espécies de copépodes analisadas.

Copépodes	
Cyclopoida	
Subfamília	
Eucyclopinae	<i>Tropocyclops prasinus meridionalis</i> (Kiefer, 1931)
Cyclopinae	<i>Mesocyclops</i> cf. <i>brasiliensis</i>
	<i>Thermocyclops decipiens</i> (Kiefer, 1929)
Calanoida	
Família	
Diaptomidae	<i>Notodiaptomus conifer</i> Sars, 1901

2. Variação da produção de ovos e tamanho para a comunidade de cladóceros e copépodes.

Cladóceros.

A análise geral com todas as espécies de cladóceros apresentou resultados significativos para a comparação de tamanhos entre zonas litorâneas e limnéticas (Figura 19), apresentando menores indivíduos nas zonas litorâneas. Para a comparação entre estações seca e chuvosa não foram encontrados resultados significativos (Figura 20).

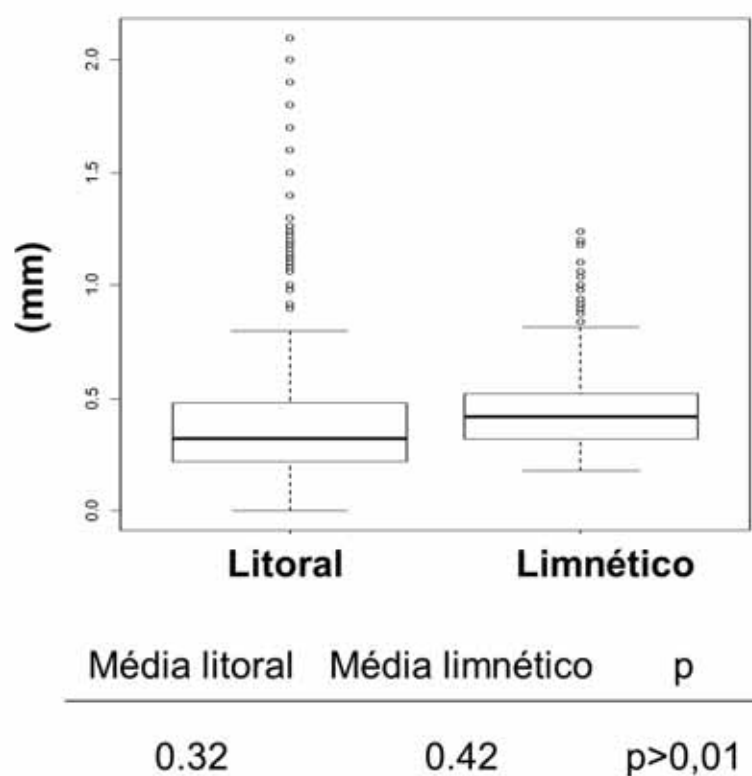


Figura 19. Tamanho corporal dos cladóceros nas zonas litorâneas e limnéticas dos ambientes estudados, abaixo valores das médias e de p para o teste realizado.

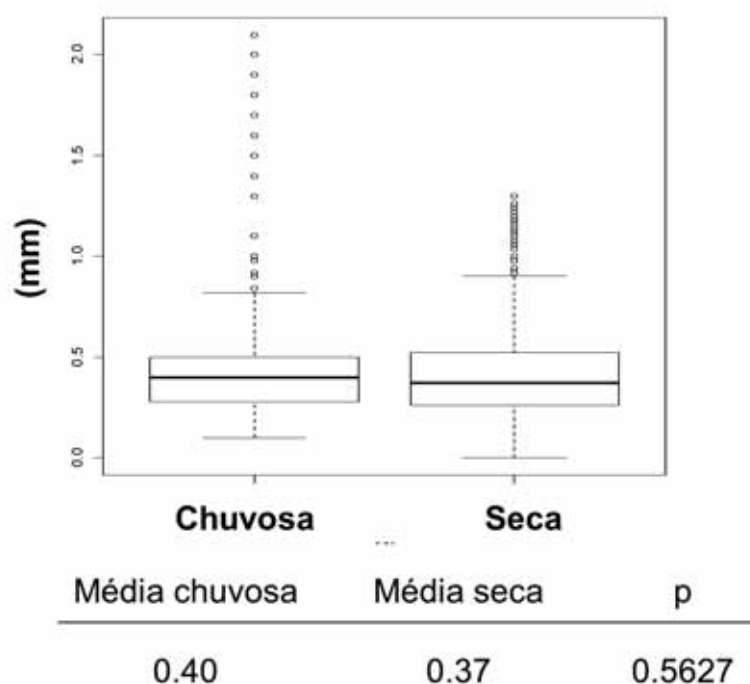


Figura 20. Tamanho corporal dos cladóceros nas estações seca e chuvosa dos ambientes estudados, abaixo valores das médias e de p para o teste realizado.

A análise geral com todas as espécies de cladóceros apresentou resultados significativos para a variação de produção de ovos entre habitats ($p=0,01$), sendo maior a produção de ovos na zona limnética (Figura 21). Para a comparação geral da produção de ovos entre estações (Figura 22), não foram encontrados resultados significativos ($p=0,7$).

Copépodes

A análise geral com todas as espécies de copépodes não apresentou resultados significativos para a comparação de tamanhos entre zonas litorâneas e limnéticas e estações seca e chuvosa (Figuras 23 e 24).

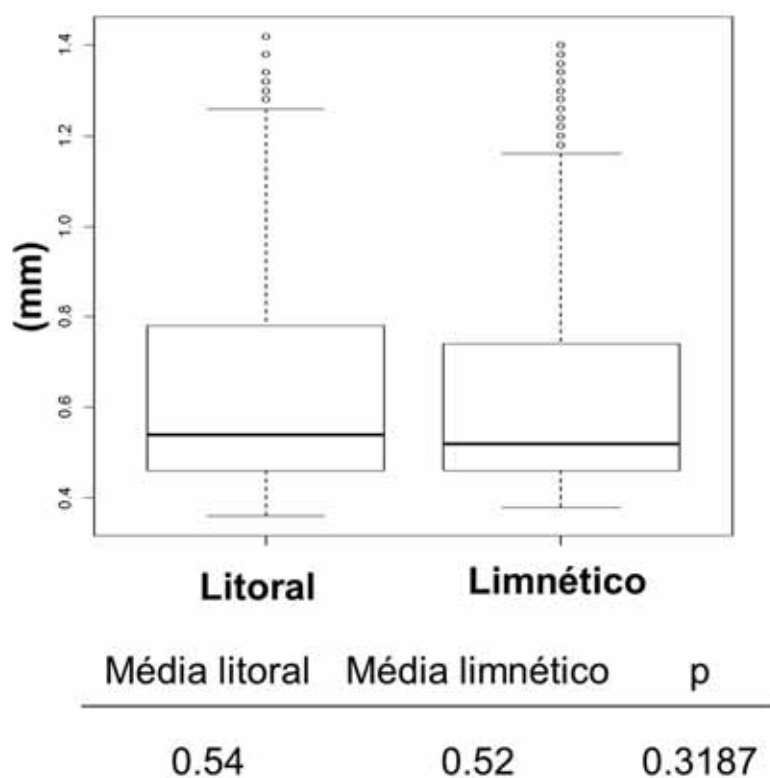


Figura 23. Tamanho corporal dos copépodes nas zonas litorâneas e limnéticas dos ambientes estudados, abaixo valores das médias e de p para o teste realizado.

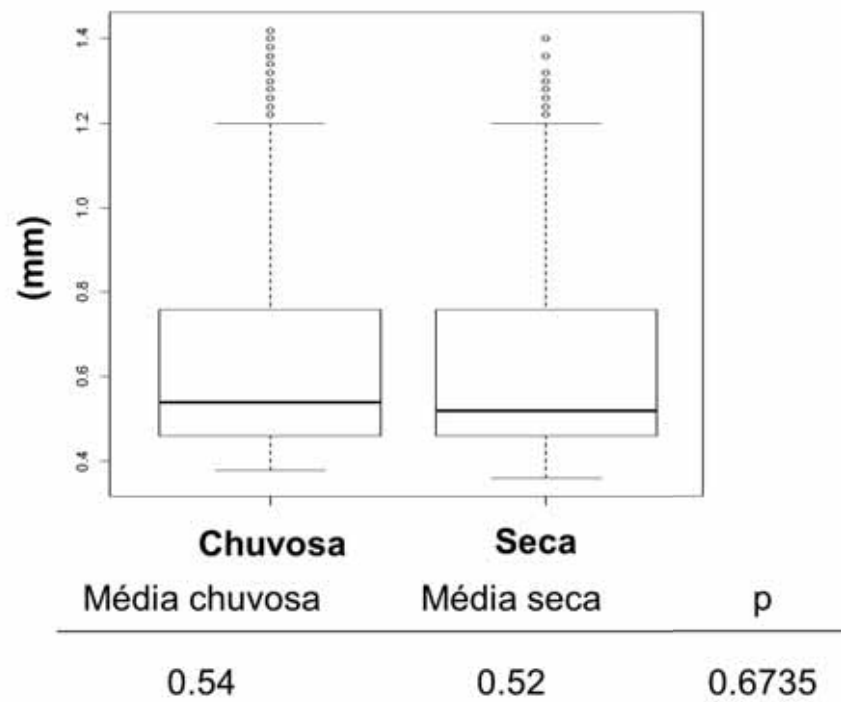


Figura 24. Tamanho corporal dos copépodes nas estações seca e chuvosa dos ambientes estudados, abaixo valores das médias e de p para o teste realizado.

A análise geral com todas as espécies de copépodes apresentou resultados significativos para a comparação da produção de ovos entre zonas litorâneas e limnéticas ($p>0,01$) e entre estações seca e chuvosa ($p>0,01$). A produção de ovos foi maior nas zonas limnéticas (Figura 25) e na estação chuvosa (Figura 26).

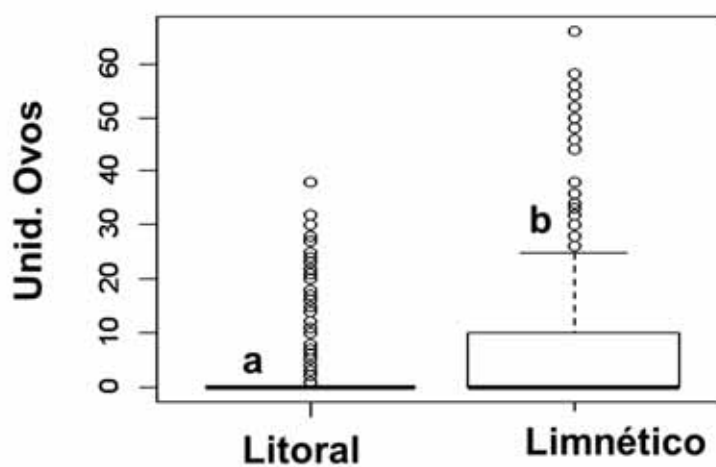


Figura 25. Produção de ovos dos Copepoda nas zonas litorâneas e limnéticas dos ambientes estudados, letras diferentes significam resultados diferentes para o teste de significância ($p<0,01$).

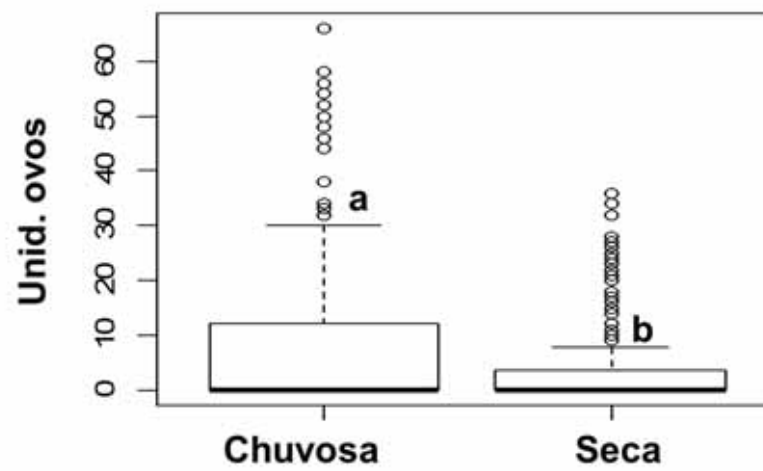


Figura 26. Produção de ovos dos copépodes nas estações seca e chuvosa dos ambientes estudados, letras diferentes significam resultados diferentes para o teste de significância ($p > 0,01$).

Fases larvais e juvenis.

A análise geral dos copepoditos dos calanoides não apresentou resultados significativos para a comparação de tamanhos entre zonas litorâneas e limnéticas e estações seca e chuvosa (Figuras 27 e 28).

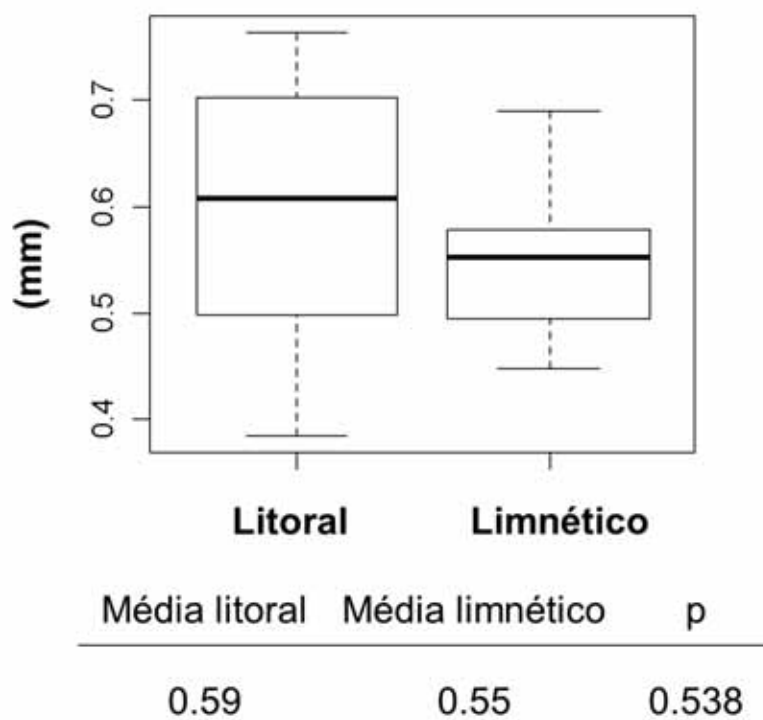


Figura 27. Tamanho corporal dos copepoditos dos calanoides nas zonas litorâneas e limnéticas dos ambientes estudados, abaixo valores das médias e de p para o teste realizado.

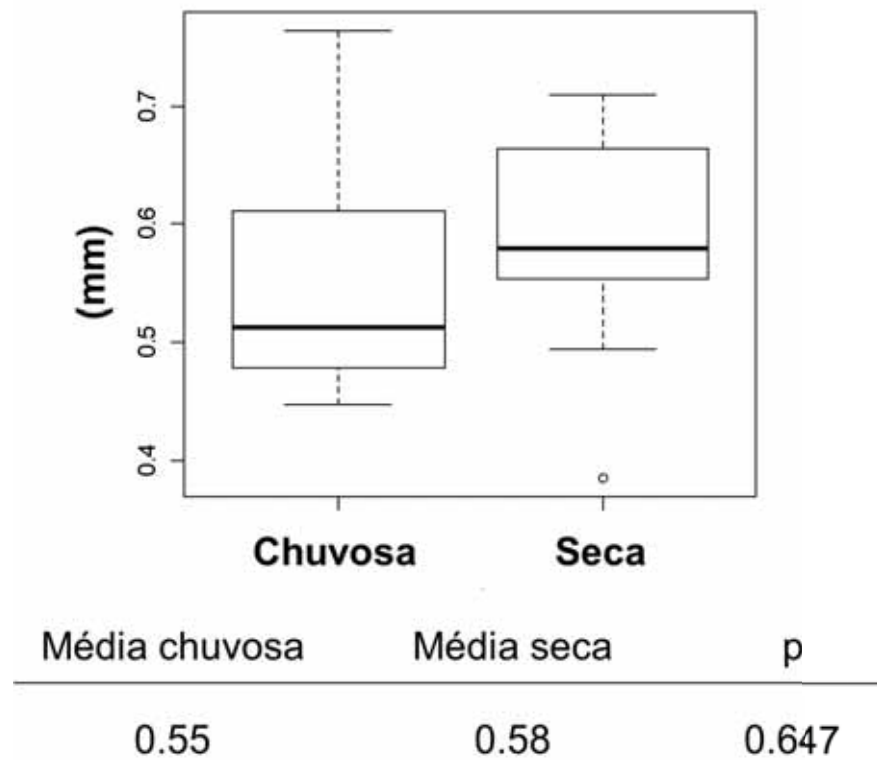


Figura 28. Tamanho corporal dos copepoditos dos calanoides nas estações seca e chuvosa dos ambientes estudados, abaixo valores das médias e de p para o teste realizado.

A análise geral dos copepoditos dos cyclopoides não apresentou resultados significativos para a comparação de tamanhos entre zonas litorâneas e limnéticas e estações seca e chuvosa (Figuras 29 e 30).

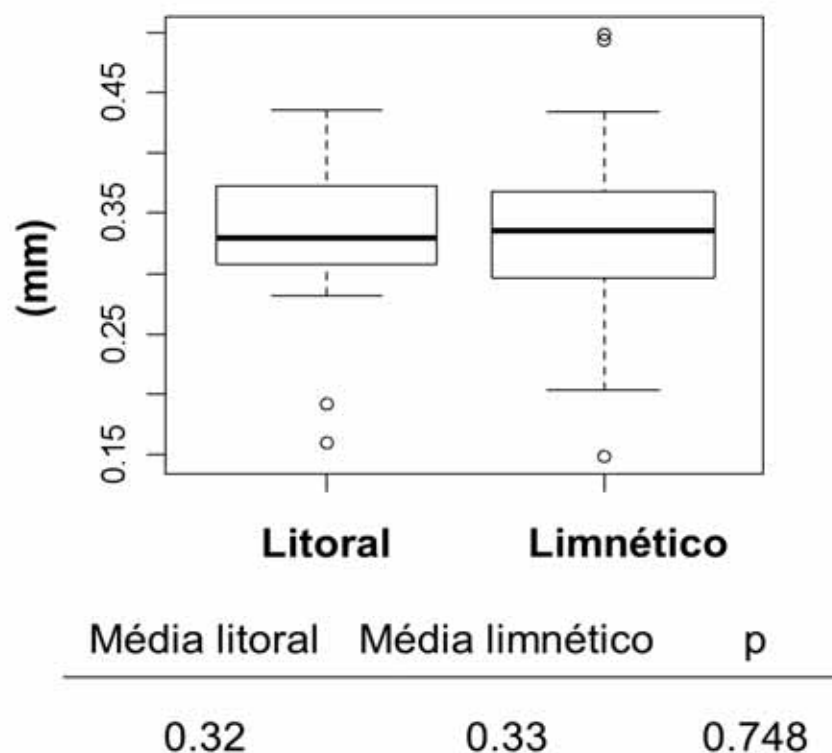


Figura 29. Tamanho corporal dos copepoditos de cyclopoides nas zonas litorâneas e limnéticas dos ambientes estudados, abaixo valores das médias e de p para o teste realizado.

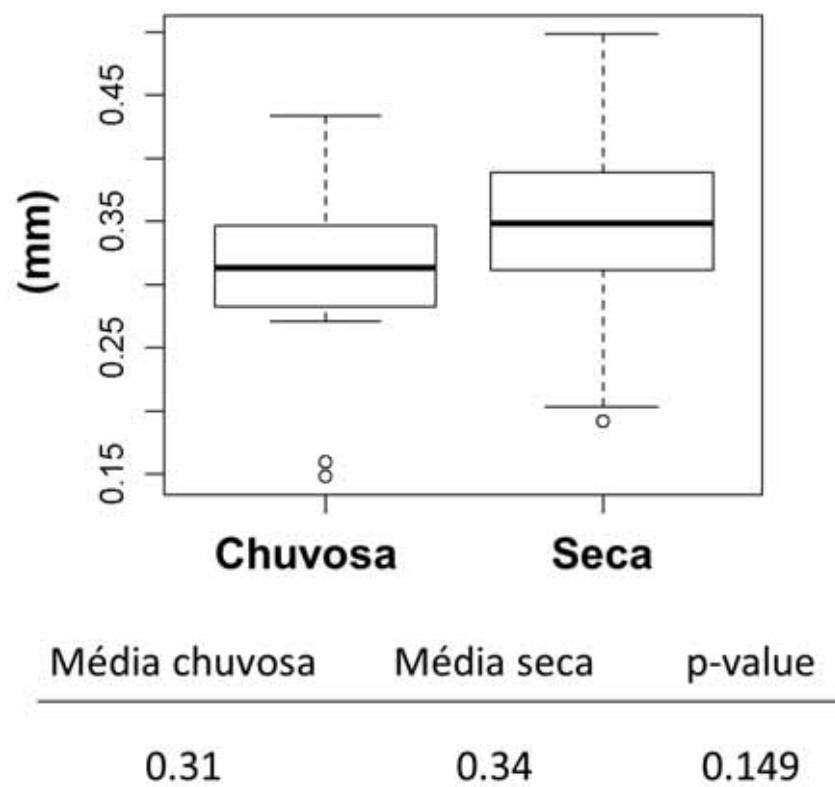


Figura 30. Tamanho corporal dos copepoditos dos cyclopoides nas estações seca e chuvosa dos ambientes estudados, abaixo valores das médias e de p para o teste realizado.

A análise geral dos náuplios não apresentou resultados significativos para a comparação de tamanhos entre zonas litorâneas e limnéticas e estações seca e chuvosa (Figuras 31 e 32).

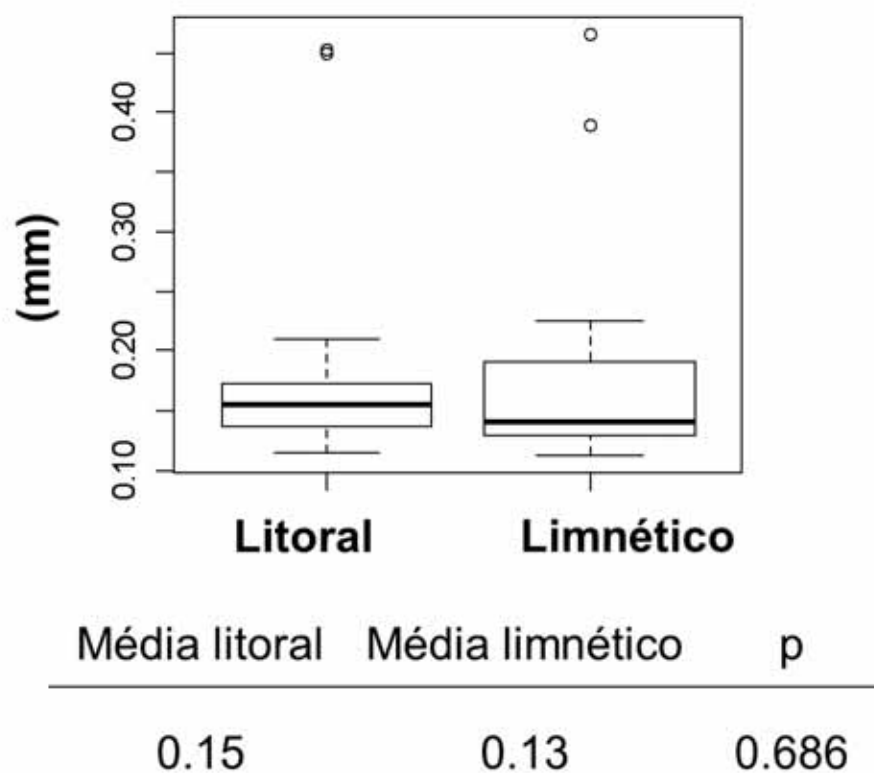


Figura 31. Tamanho corporal dos náuplios nas zonas litorâneas e limnéticas dos ambientes estudados, abaixo valores das médias e de p para o teste realizado.

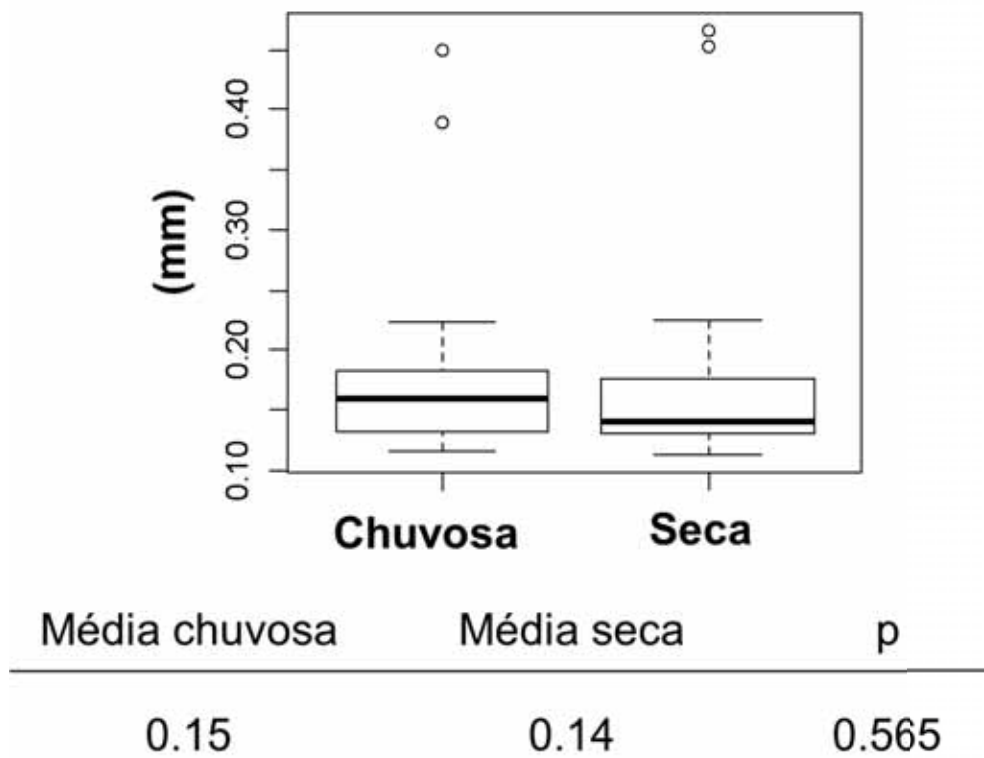


Figura 32. Tamanho corporal dos náuplios nas estações seca e chuvosa dos ambientes estudados, abaixo valores das médias e de p para o teste realizado.

3. Variação de tamanho e produção de ovos para as espécies de cladóceros e copépodes.

Nas tabelas seguintes estão listadas as espécies que apresentaram variação de tamanho e produção de ovos (Tabelas 12 a 15) entre habitats ou estação, para cladóceros e copépodes, respectivamente, com seus resultados para o teste de significância. As espécies que não apresentaram resultados significativos não constam nesta tabela, mas estão listadas nos apêndices.

Tabela 12. Lista de espécies de cladóceros que apresentaram resultados significativos para a variação de tamanho entre zonas e estações.

Cladocera	Estações	Habitat
<i>Diaphanosoma brevireme</i>	> seca	-
<i>Diaphanosoma spinulosum</i>	< seca	-
<i>Bosmina tubicen</i>	< seca	> limnética
<i>Bosmina tubicen</i>	>seca	-
<i>Bosmina</i> cf. <i>freyi</i>	-	< limnética
<i>Bosmina</i> cf. <i>freyi</i>	-	> limnética
<i>Moina minuta</i>	> seca	< limnética-
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	> seca	> limnética
<i>Ceriodaphnia silvestrii</i>	> seca	< limnética
<i>Daphnia ambigua</i>	> seca	> limnética
<i>Daphnia gessneri</i>	> seca	-
<i>Macrothrix paulensis</i>	-	< limnética
<i>Alonella dadayi</i>	> seca	-
<i>Chydorus dentifer</i>	< seca	-

Tabela 13. Lista de espécies de cladóceros que apresentaram resultados significativos para a variação de produção de ovos entre zonas e estações.

Cladocera	Estações	Habitat
<i>Diaphanosoma birgei</i>	> seca	-
<i>Bosmina tubicen</i>	< seca	> limnética
<i>Bosminopsis deitersi</i>	> seca	< limnética
<i>Bosmina cf. freyi</i>	-	> limnética
<i>Moina minuta</i>	< seca	< limnética
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	> seca	< limnética
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	< seca	> limnética
<i>Ceriodaphnia silvestrii</i>	-	< limnética
<i>Daphnia ambigua</i>	> seca	> limnética
<i>Daphnia ambigua</i>	> seca	< limnética
<i>Daphnia ambigua</i>	< seca	-
<i>Daphnia gessneri</i>	-	< limnética
<i>Simocephalus iheringi</i>	-	< limnética
<i>Macrothrix paulensis</i>	-	< limnética

Tabela 14. Lista de espécies de copépodes que apresentaram resultados significativos para a variação de tamanho entre zonas e estações.

Copepoda	Estação	Habitat
<i>Tropocyclops prasinus meridionalis</i> (macho)	> seca	> limnética
<i>Mesocyclops</i> cf. <i>brasiliensis</i> (fêmea/macho)	> seca	> limnética
<i>Thermocyclops decipiens</i> (fêmea)	> seca	-
<i>Thermocyclops decipiens</i> (fêmea)	< seca	-
<i>Thermocyclops decipiens</i> (macho)	< seca	-
<i>Thermocyclops decipiens</i> (macho)	-	< limnética
<i>Notodiaptomus conifer</i> (fêmea/macho)	-	> limnética

Tabela 15. Lista de espécies de copépodes que apresentaram resultados significativos para a variação de produção de ovos entre zonas e estações.

Copepoda	Estações	Habitat
<i>Tropocyclops prasinus meridionalis</i>	-	< limnética
<i>Thermocyclops decipiens</i>	< seca	> limnética
<i>Notodiaptomus conifer</i> Sars	< seca	> limnética

As espécies não apresentaram o mesmo padrão de variação de tamanho entre zonas e estações. *Bosmina* cf. *freyi* apresentou padrões inversos para a variação de tamanho entre habitats em dois reservatórios diferentes, tendo maiores tamanhos na zona litorânea de Poço das Pedras e menores tamanhos na zona litorânea de Matão R3. Em Planalto, o tamanho corporal dos indivíduos da espécie *Ceriodaphnia cornuta* foram maiores nas zonas limnéticas, enquanto que a espécie *Ceriodaphnia silvestrii* apresentou indivíduos com maior tamanho corporal nas zonas litorâneas.

O Calanoida *Notodiaptomus conifer* apresentou maiores tamanhos individuais nas zonas limnéticas, enquanto que o Cladóceras *Daphnia gessneri* apresentou maiores tamanhos na zona litorânea.

As espécies *Bosmina tubicen*, *Diaphanosoma spinulosum* e *Chydorus dentifer* apresentaram maiores tamanhos na estação chuvosa. Os copépodes não apresentaram padrão geral para variação de tamanho entre estações, *Thermocyclops decipiens* apresentou maiores tamanhos na estação chuvosa, enquanto que as outras espécies apresentaram maiores tamanhos na estação seca.

Não foi possível verificar um padrão para a variação da produção de ovos entre estações, mas foi possível verificar que a maioria das espécies apresentaram maiores produção de ovos nas zonas litorâneas. *Ceriodaphnia cornuta* e *Daphnia ambigua* apresentaram padrões inversos para a produção de ovos entre estações em locais diferentes, enquanto que *Daphnia ambigua* também apresentou padrões inversos para a produção de ovos entre habitats em locais diferentes.

IV. Discussão.

A comunidade de cladóceros encontrada nos reservatórios estudados é composta, em sua maioria, por espécies filtradoras com hábito limnético, tais como os gêneros *Bosmina*, *Ceriodaphnia*, *Daphnia* e *Diaphanosoma*. Podemos traçar algumas hipóteses para explicar o motivo pelo qual o tamanho corporal e a produção de ovos da comunidade de cladóceros foi menor nas zonas litorâneas: 1. As zonas litorâneas de ambientes lacustres em regiões tropicais podem ser ricas em predadores vertebrados, em especial peixes (Meerhoff, 2007) e, como estes predadores predam visualmente (Iglesias, 2011), podem diminuir a densidade de indivíduos maiores nas zonas litorâneas. 2. As macrófitas são mais abundantes nas zonas litorâneas, e podem significar algumas desvantagens para espécies filtradoras. Suas estruturas podem diminuir a luminosidade do local, o que pode ser desfavorável ao crescimento de algas planctônicas. Como estas espécies de cladóceros se alimentam basicamente de algas planctônicas, isto poderia significar menor disponibilidade de alimento. 3. As variáveis limnológicas da água podem se alterar entre as zonas. Nos ambientes estudados foram registrados maiores valores de material em suspensão nas zonas litorâneas (M.S.M. Castilho-Noll, dados não publicados) o que pode ter influenciado na capacidade de captura de alimento por estes animais. Espécies filtradoras são sensíveis à quantidade de material em suspensão da água, uma vez que podem obstruir suas estruturas filtradoras diminuindo, assim, sua capacidade de capturar alimento (Esteves, 2011; Mograby, 1977).

Os copépodes são mais cosmopolitas em relação à preferência de habitat quando comparadas aos cladóceros, o que justificaria a ausência de resultados para a variação de tamanho da comunidade entre os habitats e estações do ano, tanto para indivíduos adultos quanto para as fases larvais e juvenis. Além de serem mais cosmopolitas, os copépodes são ágeis na fuga de predadores vertebrados (Roche & Rocha, 2005), de

forma que a distribuição dos peixes entre zonas litorâneas e limnéticas podem não influenciar na distribuição das diferentes faixas de tamanho entre zonas. Quanto ao hábito alimentar, é um grupo que possui espécies raptorais, herbívoras e detritívoras, sendo que sua plasticidade alimentícia pode auxiliar na sobrevivência e ocupação dos organismos entre estações e habitats diferentes. Desta forma, podemos concluir que, diferente dos cladóceros, não existem fatores que limitam o crescimento corporal entre as zonas e estações para a comunidade de copépodes como um todo.

A maior produção de ovos para os copépodes na estação chuvosa e nas zonas limnéticas podem ter sido causadas por variações na oferta de alimento e temperatura da água. Quando escassos, os recursos alimentícios disponíveis no ambiente podem ser utilizados para o crescimento em detrimento da produção de ovos (Lynch, 1980). Na estação chuvosa, foram registrados maiores valores de clorofila nestes ambientes (M.S.M. Castilho-Noll dados não publicados), o que indica uma maior produção fitoplanctônica (Wetzel, 2001) e justificaria uma maior oferta de alimento principalmente para os calanoides, que apresentam dieta quase sempre herbívora. A abundância de recursos alimentícios no ambiente na estação chuvosa poderia, então, ser utilizada para a produção de ovos. Além do alimento, as temperaturas mais elevadas na estação chuvosa podem ter diminuído o tempo de desenvolvimento dos ovos destes animais (Melão, 1999), levando a comunidade de copépodes a ter um incremento na produção de ovos nesta estação. A maior produção de ovos encontrada para o grupo de copépodes na estação chuvosa pode, então, ter sido influenciada por variações na temperatura e na quantidade de alimento disponível no ambiente entre estações.

Além da quantidade de alimento disponível, a qualidade, representada pelo tamanho, nutrientes, composição e concentração necessária de alimento também favorecem determinadas espécies zooplanctônicas em detrimento de outras (Melão, 1999). Os diferentes

resultados encontrados para as espécies entre estações e habitats podem significar que não somente a quantidade, mas a qualidade do alimento pode ser determinante para a sobrevivência e desenvolvimento das populações.

Alguns fatores podem ter contribuído para os maiores tamanhos de *Notodiaptomus conifer* nas zonas limnéticas. Os copépodes Diaptomídeos são mais restritos ao hábito alimentar e preferem algas maiores ou até pequenos invertebrados como rotíferos (Williamson & Reid, 2001), o que pode tornar a zona limnética, que é mais rica em algas planctônicas, mais favorável a sua sobrevivência. Além disso, as zonas litorâneas podem conter uma quantidade maior de material particulado suspenso na água, que pode ser um fator prejudicial para a alimentação de herbívoros de grande porte. Os Calanoida, além de serem extremamente sensíveis a alterações nas variáveis limnológicas da água (Matsumura & Tundisi, 2003), também apresentam uma capacidade maior de fuga a predadores visuais (Roche & Rocha, 2005), o que justificaria a ocupação das zonas limnéticas por indivíduos maiores. Sendo assim, características adaptativas da espécie podem tornar as zonas limnéticas mais favoráveis à sua reprodução e desenvolvimento quando comparada às zonas litorâneas.

Nas análises de produção de ovos e variação de tamanho encontramos alguns padrões para o gênero *Bosmina*, o que pode ser um indício de que a espécie apresenta hábito limnético. Assim como o calanoide *N. conifer*, os indivíduos tiveram maiores produção de ovos e tamanho nas zonas limnéticas e na estação chuvosa. O sombreamento causado pelas macrófitas pode levar à diminuição da produção fitoplanctônica nas zonas litorâneas dos ambientes aquáticos (Esteves, 2011), o que pode ter levado indivíduos maiores de *Bosmina tubicen* a procurar nas zonas limnéticas, melhores condições para se alimentar. A oferta de alimento pode ter sido também, o motivo pelo qual *B. tubicen*

apresentou maiores tamanhos na estação chuvosa, uma vez que a produção fitoplanctônica foi maior neste período.

Os resultados indicam que os cladóceros é um grupo composto por espécies com características adaptativas diversificadas, uma vez que as espécies apresentaram respostas diferentes em relação à variação no tamanho e produção de ovos entre estações e habitats. Podemos supor também que, quando comparados aos copépodes, as espécies de cladóceros são mais sensíveis a alterações nas condições do ambiente. *Bosmina* cf. *freyi*, por exemplo, apresentou resultados diferentes para a variação de tamanho entre zonas em dois reservatórios, o que está indicando que as duas populações foram influenciadas por condições distintas em cada reservatório e responderam de forma diferenciada nos dois ambientes.

Se compararmos os resultados encontrados para copépodes e cladóceros na produção de ovos entre estações, podemos constatar a diferença da resposta dos dois grupos a variações das condições ambientais. A maioria das espécies de cladóceros apresentou maiores tamanhos corporais na estação seca, enquanto que o grupo dos copépodes apresentou maior produção de ovos na estação chuvosa. Os resultados indicam que para os copépodes a disponibilidade de alimento pode estar relacionada com a oferta de algas planctônicas e ser pouco influenciada pela quantidade de material em suspensão da água, enquanto que para os cladóceros, a quantidade de material em suspensão da água pode ter levado a menores tamanhos nas zonas litorâneas e estação chuvosa.

Em um experimento realizado em ambientes subtropicais, quando os predadores vertebrados não estão presentes, há uma tendência de *Daphnia* evitar as macrófitas (Merrhof et al., 2006). Estes dados podem responder à questão sobre o fato de que, em alguns ambientes estudados, as formas maiores de *Daphnia* localizaram-se na zona litorânea e, em outros, na zona limnética. As diferenças nas densidades

de peixes predadores nesses ambientes pode ser um dos fatores moduladores na ocupação dos organismos entre as zonas litorâneas e limnéticas por diferentes faixas de tamanho.

Duas espécies pertencentes ao mesmo gênero apresentaram respostas diferentes para a variação de tamanho entre as zonas em um mesmo reservatório. *Ceriodaphnia cornuta* teve maiores indivíduos nas zonas limnéticas, enquanto que *Ceriodaphnia silvestrii* teve maiores indivíduos e produção de ovos na zona litorânea. As duas espécies possuem características morfológicas que podem estar influenciando nos resultados diferentes para variações de tamanho entre zonas. *C. cornuta* possui um espinho cefálico e, como em outras espécies de daphnídeos, pode, pelo processo de ciclomorfose, aumentar o tamanho do seu espinho cefálico quando passar por risco constante de predação (Caramujo et al., 1997), enquanto que *C. silvestrii* não apresenta o espinho cefálico. No ambiente estudado, por apresentarem espinhos maiores, *C. cornuta* provavelmente não representa um item alimentar vantajoso para predadores invertebrados, podendo permanecer na zona limnética. A capacidade de fuga contra predadores pode significar menor risco de predação em áreas abertas quando comparadas às zonas litorâneas. Para filtradores herbívoros, as zonas limnéticas significam melhores áreas de pasteio, de forma que é vantajoso ocupar estes locais, entretanto, o risco de predação pode influenciar determinadas espécies a buscar a zona litorânea como refúgio. Além disso, fêmeas ovadas são mais visíveis aos predadores (Svensson, 1997), e isto também pode estar influenciando as fêmeas ovadas de *C. silvestrii* a procurar, em meio às macrófitas, refúgio contra predadores presentes nas zonas limnéticas. Esta também pode ser uma explicação para a maioria das espécies terem apresentado maiores produção de ovos nas zonas litorâneas.

Os resultados encontrados no presente estudo para a variação da produção de ovos e tamanho dos microcrustáceos entre zonas e habitats indicam a influência das condições ambientais sobre estes animais e

corroboram com resultados encontrados por outros autores (por exemplo: Melão, 1999, Azevedo & Bonecker, 2003, Gillooly, 2000). Os dados do presente estudo mostram que a estrutura física do habitat, variáveis limnológicas da água e presença de predadores são fatores importantes e determinantes no tamanho e produção de ovos das comunidades de copépodes e cladóceros. Podemos verificar ainda, que não há um padrão nas variações de tamanho e produção de ovos para cladóceros e copépodes, indicando que esses grupos não respondem de forma igual às variações do ambiente, o que se deve principalmente, às características adaptativas de cada grupo e espécie. Desta forma, condições ambientais existentes entre os habitats e estações serão importantes para estruturação destas comunidades nos ambientes naturais.

V. Conclusões

Com os resultados obtidos por este estudo pode-se concluir que:

1. A comunidade de cladóceros planctônicos, de modo geral, apresenta organismos de maior tamanho na zona limnética do que na litorânea, indicando que a zona limnética apresenta melhores condições para essas espécies tipicamente planctônicas;
2. A comunidade de copépodes produzem mais ovos na estação chuvosa, provavelmente influenciada pela maior abundância de alimento e maior temperatura presentes nessa época do ano;
3. A estrutura de tamanho das populações de uma mesma espécie pode variar de forma diferente em cada ambiente onde ela ocorre, como é o caso de *Bosmina* cf. *freyi* e *Daphnia*, que pode ser resultado de determinadas condições do ambiente, tais como a presença de predadores;

4. As condições ambientais irão afetar a produção de ovos e o tamanho dos organismos das espécies de Cladocera e de Copepoda de forma diferenciada, demonstrando que as características adaptativas de cada espécie serão importantes para a sua sobrevivência e desenvolvimento no ambiente.

Referências Bibliográficas

- APHA (American Public Health Association) / WEF. 1999. Standard methods for the examination of water and wastewater, 19 ed. Washington: American Public Health.
- Azevedo, F., Bonecker, C. C. 2003. Community size structure of zooplanktonic assemblages in three lakes on the upper River Paraná floodplain, PR-MS, Brazil. *Hydrobiologia*, 505: 147–158.
- Bezerra-Neto, J. F., Mello, N. A. S. T., Maia-Barbosa, P. M. & Pinto-Coelho, R. M. 2009. The role of predation in the diel vertical migration of zooplankton in two tropical freshwaters ecosystems. *Acta Limnol. Bras.*, 21(1): 45-56.
- Burks, R. L., Lodge, D. M., Jeppesen, E. & Lauridsen, T. L. 2002. Diel horizontal migration of zooplankton: costs and benefits of inhabiting the littoral. *Freshwat. Biol.*, 47: 343-365.
- Caramujo, M. J., Crispim, M. C., Boavida, M. J. 1997. Assesment of the importance of fish predation versus copepod predation on life history traits of *Daphnia hyaline*. *Hydrobiologia*, 360:243-242.
- 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 Neotrop.*, 10(1): 1-10.
- Castilho-Noll, M. S. M., Câmara, C. F., Favaron, M. F., Shibata, E. H., & Stephan, L. R. 2012. Copepods (Crustacea, Maxillopoda) from shallow reservoirs. *Acta Limnol. Bras.*, Rio Claro, SP. No prelo.
- Elmoor-Loureiro, L. M. A., 1997. Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil, Editora Universa. Universidade Católica de Brasília. Brasília. 155p.

- Elmoor-Loureiro, L.M.A., 2007. Phytophilous cladocerans (Crustacea, Anomopoda and Ctenopoda) from Paraná River Valley, Goiás, Brazil. *Rev. Bras. de Zool.*, 24(2): 344–352.
- Estlander, S., Nurminen, L., Olin, M., Vinni, M. & Horppila, J., 2008. Seasonal fluctuations in macrophyte cover and water transparency of four brown-water lakes: implications for crustacean zooplankton in littoral and pelagic habitats. *Hydrobiologia*, 620(1): 109-120.
- Esteves, F. A. 2011. Fundamentos de Limnologia. 3ª. Ed. Editora Interciência. Rio de Janeiro. 826 p.
- Gillooly, J. F., 2000. Effect of body size and temperature on generation time in zooplankton. *J. Plankton Research*, 22(2): 241–251.
- Golterman, K. L., Clymo, R. S. & Ohmstad, M. A. M. 1978. Methods for physical and chemical analysis of freshwater. 2Ed. Oxford: Scientific Publications. 213p.
- Iglesias, C., Goyenola, G., Mazzeo, N., Meerhoff, M., Rodó, E. & Jeppesen, E., 2007. Horizontal dynamics of zooplankton in subtropical Lake Blanca (Uruguay) hosting multiple zooplankton predators and aquatic plant refuges. *Hydrobiologia*, 584: 179-189.
- Iglesias, C., Mazzeo, N., Meerhoff, M., Lacerot, G., Clemente, J. M., Scasso, F., Kruk, C., Goyenola, G., Garcia-Alonso, J., Amsinck, S., Paggi, J. C., PAGGI, S. J., Jeppesen, E., 2011. High predation is of key importance for dominance of smallbodied zooplankton in warm shallow lakes: evidence from lakes, fish exclosures and surface sediments. *Hydrobiologia*, 667:133–147
- Lauridsen, T. L., Pedersen, L. J., Jeppesen, E. & Sondergaard, M., 1996. The importance of macrophyte bed size for cladoceran composition and horizontal migration in a shallow lake. *J. Plankton Research*, 18(12): 2283-2294.

- Lynch, M., 1980. The evolution of cladoceran life histories. *The Q. Rev. Biol.*, 55: 23-42.
- Macedo, F. C. & Sipaúba-Tavares, L. H. 2005. Comunidade planctônica em viveiros de criação de peixes, em disposição seqüencial. *Bol. Inst. Pesca*, 31(1): 21-27.
- MacArthur, R. H. & MacArthur, J. W. 2008. On Bird Species Diversity. 1961, *Ecology*, 42: 594-598.
- Maia-Barbosa, P.M., Peixoto, R.S. & Guimarães, A.S., 2008. Zooplankton in littoral waters of a tropical lake: a revisited biodiversity. *Braz. J. Biol.*, 68(4 Suppl.): 1069-1078.
- Margalef, R. 1983. *Limnologia*. Ediciones Omega, Barcelona, 1010 p.
- Matsumura-Tundisi, T., 1986. Latitudinal distribution of Calanoida copepods in freshwater aquatic systems of Brazil. *Rev. Brasil. de Biol.*, 46: 527-553.
- Matsumura-Tundisi, T. & Silva, W. M., 1999. Crustáceos Copépodes Planctônicos. In: Ismael, D., Valenti, W. C., Matsumura-Tundisi, T. & Rocha, O. (eds.) *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX*. 4: Invertebrados de Água Doce. São Paulo. Fapesp. p.: 91-100.
- Matsumura-Tundisi, T. & Tundisi, J. G. 2003. Calanoida (Copepoda) species composition changes in the reservoirs of São Paulo State (Brazil) in the last twenty years. *Hydrobiologia*, 504: 215-222.
- McCauley, E. 1984. The estimation of the abundance and biomass of zooplankton in samples. In: Downing, J. A. & Rigler, F. H. (eds.). *A manual on Methods for the Assessment of Secondary Productivity in Fresh Waters*. IBP. Blackwell Scientific Publications. London. p.: 228-265.

- Meerhoff, M., Fosalba, C., Bruzzone, C., Mazzeo, N., Noordoven, W. & Jeppesen, E. 2006. An experimental study of habitat choice by *Daphnia*: plants signal danger more than refuge in subtropical lakes. *Freshwat. Biol.*, 51: 1320-1330.
- Meerhoff, M., Iglesias, C., Mello, F. T., Clemente, J., Jensen, E., Lauridsen, T. L. & Jeppesen, E., 2007. Effects of habitat complexity on community structure and predator avoidance behavior of littoral zooplankton in temperate versus subtropical shallow lakes. *Freshwat. Biol.*, 52: 1009–1021.
- Melão, M. G. G. Desenvolvimento e aspectos reprodutivos de cladoceros e copepodos de águas continentais brasileiras, 1999. In: POMPEO, M.L.M. (ed.) *Perspectivas da Limnologia no Brasil*, São Luís: Gráfica e Editora União, 198 pg.
- Morgraby, A. J. 1977. A study on diapauses of zooplankton in a tropical river - The Blue Nile. *Freshwat. Biol.*, 7: 207-212.
- Okumura, D. T. Estudos ecotoxicológicos com as espécies *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiaptomus iheringi* (Copepoda, Calanoida). 2011. 312f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.
- Reid, J. W. 1985. Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para as espécies continentais sul-americanas de vida livre da ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda). *Boletim de Zoologia*, Universidade de São Paulo, 9: 17-143.
- Rietzler, A. C., Tundisi, J. G. & Matsumura-Tundisi, T. 2002. Life cycle, feeding and adaptative implication of the co-occurrence of *Argyrodiaptomus furcatus* and *Notodiaptomus iheringi* in Lobo-Broa reservoir (SP, Brazil). *Braz. J. Biol.* 62(1): 93-105.

- Roche, K. F. & Rocha, O. 2005. Aspectos de predação por peixes em lagos e represas, com enfoque na planctivoria. In: Roche, K. & Rocha, O. (orgs). *Ecologia Trófica de Peixes com ênfase na planctivoria em ambientes lênticos de água doce do Brasil*.
- Sendacz, S. & Kubo, E. 1982. Copepoda (Calanoida e Cyclopoida) de reservatórios do Estado de São Paulo. *Bol. Inst. Pesca*, 9: 51-89.
- Silva, W. M. & Matsumura-Tundisi, T. 2005. Taxonomy, ecology and geographical distribution of the species of the genus *Thermocyclops* Kiefer, 1927 (Copepoda, Cyclopoida) in São Paulo State, Brazil, with description of a new species. *Braz. J. Biol.*, 65 (3): 521-531.
- Straskraba, M., Tundisi, J. G. & Duncan, A. 1993. State-of-the-art of reservoir limnology and water quality management. In: Straskraba, M., Tundisi, J.G. & Duncan, A. (eds.). *Comparative reservoir limnology and water quality management*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, p.: 213-288.
- Svensson, J. E. 1997. *Chaoborus* predation and sex-specific mortality in a copepod. *Limnol. Oceanogr.*, 42(3): 572-577.
- Teixeira, C. & Kutner, M. B., 1962. Planckton studies in a mangrove environment. I—First assessment of standing stock and ecological factors. *Bol. Inst. Oceanogr.*, 12: 101-124.
- Thomaz, S. & Cunha, E. R., 2010. The role of macrophytes in habitat structuring in aquatic ecosystems: methods of measurement, causes and consequences on animal assemblages' composition and biodiversity. *Acta Limnol. Bras.*, 22(2): 218-236.
- Tundisi, J. G. & Matsumura-Tundisi, T. 2008. *Limnologia*. São Paulo: Oficina de Textos, 631p.
- Wetzel, R. G., 2001. *Limnology Lake and River Ecosystems*. 3 ed. Elsevier Academic Press, London. 1006p.

Williamson, C. E. & Reid, J., 2001. Copepoda. In: JAMES, T., and COVICH, A. P. (eds) Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates. San Diego: Academic Press. p. 915-954.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Tabelas com resultados estatísticos para a comparação dos tamanhos corporais entre as zonas litorâneas e limnéticas e entre estações seca e chuvosa para as espécies de Cladocera.

Espécie	Poço das pedras		Barbosa		Mian		Barretos	
	L X P	Sc X Ch	L X P	Sc X Ch	L X P	Sc X Ch	L X P	Sc X Ch
<i>Diaphanosoma birgei</i>	-	-	0,37	-	-	-	-	-
<i>Diaphanosoma brevireme</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diaphanosoma spinulosum</i>	0,54	<0,01	-	-	0,25	-	-	-
<i>Bosmina tubicen</i>	-	-	-	-	-	-	<0,01	<0,01
<i>Bosmina cf. freyi</i>	<0,01	0,24	-	-	-	-	-	-
<i>Bosminopsis deitersi</i>	-	-	-	-	0,8	0,11	-	0,45
<i>Moina minuta</i>	0,15	-	-	-	0,43	-	-	-
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	-	<0,01	-	0,01	-	-	-	-
<i>Ceriodaphnia silvestrii</i>	-	-	-	-	-	0,96	-	-
<i>Daphnia ambigua</i>	-	-	0,04	-	-	-	-	-
<i>Daphnia gessneri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Simocephalus iheringi</i>	-	0,27	-	-	-	-	-	-
<i>Ilyocryptus spinifer</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Macrothrix paulensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Antholona verrucosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,9
<i>Alonella dadayi</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,02
<i>Chydorus dentifer</i>	-	-	-	-	-	-	-	-

Espécie	Magda		Matão R2		Matão R3		União Paulista	
	L X P	Sc X Ch	L X P	Sc X Ch	L X P	Sc X Ch	L X P	Sc X Ch
<i>Diaphanosoma birgei</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diaphanosoma brevireme</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diaphanosoma spinulosum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bosmina tubicen</i>	-	-	-	<0,01	-	-	-	-
<i>Bosmina cf. freyi</i>	-	-	-	-	<0,01	-	-	-
<i>Bosminopsis deitersi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Moina minuta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ceriodaphnia silvestrii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Daphnia ambigua</i>	-	-	-	-	-	<0,01	-	-
<i>Daphnia gessneri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Simocephalus iheringi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ilyocryptus spinifer</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,34
<i>Macrothrix paulensis</i>	<0,01	0,33	-	-	-	-	-	-
<i>Antholona verrucosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alonella dadayi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chydorus dentifer</i>	-	-	-	-	-	-	-	<0,01

Espécie	Planalto		N. Horizonte		Macaubal	
	L X P	Sc X Ch	L X P	Sc X Ch	L X P	Sc X Ch
<i>Diaphanosoma birgei</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Diaphanosoma brevireme</i>	-	-	-	0,04	-	-
<i>Diaphanosoma spinulosum</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Bosmina tubicen</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Bosmina cf. freyi</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Bosminopsis deitersi</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Moina minuta</i>	0,21	<0,01	-	-	<0,01	0,06
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	<0,01	<0,01	-	-	0,74	0,16
<i>Ceriodaphnia silvestrii</i>	<0,01	<0,01	-	-	-	-
<i>Daphnia ambigua</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Daphnia gessneri</i>	-	<0,01	<0,01	-	-	-
<i>Simocephalus iheringi</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Ilyocryptus spinifer</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Macrothrix paulensis</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Antholona verrucosa</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Alonella dadayi</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Chydorus dentifer</i>	-	-	-	-	-	-

APÊNDICE B - Tabelas com resultados estatísticos para a comparação do tamanho corporal entre as zonas litorâneas e limnéticas e entre estações seca e chuvosa para as espécies de Copepoda.

Espécie	Poço das pedras		Barbosa		Mian	
	L X P	Sc X Ch	L X P	Sc X Ch	L X P	Sc X Ch
<i>Tropocyclops prasinus meridionalis</i> (Fêmea)	-	-	-	-	-	-
<i>Tropocyclops prasinus meridionalis</i> (Macho)	-	-	-	-	-	-
<i>Mesocyclops cf. brasiliensis</i> (Fêmea)	-	-	-	-	-	-
<i>Mesocyclops cf. brasiliensis</i> (Macho)	-	-	-	-	-	-
<i>Thermocyclops decipiens</i> (Fêmea)	-	<0,01	-	-	-	-
<i>Thermocyclops decipiens</i> (Macho)	-	0,06	-	-	-	-
<i>Notodiaptomus conifer</i> (Fêmea)	0,63	-	-	-	-	-
<i>Notodiaptomus conifer</i> (Macho)	<0,01	-	-	-	-	-

Espécie	Barretos		Magda		Matão R2	
	L X P	Sc X Ch	L X P	Sc X Ch	L X P	Sc X Ch
<i>Tropocyclops prasinus meridionalis</i> (Fêmea)	-	-	-	-	0,74	-
<i>Tropocyclops prasinus meridionalis</i> (Macho)	-	-	-	-	-	-
<i>Mesocyclops cf. brasiliensis</i> (Fêmea)	-	-	-	-	-	-
<i>Mesocyclops cf. brasiliensis</i> (Macho)	-	-	-	-	-	-
<i>Thermocyclops decipiens</i> (Fêmea)	-	-	-	-	0,72	0,05
<i>Thermocyclops decipiens</i> (Macho)	-	-	-	-	0,3	<0,01
<i>Notodiaptomus conifer</i> (Fêmea)	-	-	-	-	-	-
<i>Notodiaptomus conifer</i> (Macho)	-	-	-	-	-	-

Espécie	Matão R3		União Paulista		Vicentinópolis	
	L X P	Sc X Ch	L X P	Sc X Ch	L X P	Sc X Ch
<i>Tropocyclops prasinus meridionalis</i> (Fêmea)	0,08	<0,01	-	-	-	-
<i>Tropocyclops prasinus meridionalis</i> (Macho)	0,08	0,08	-	-	-	-
<i>Mesocyclops cf. brasiliensis</i> (Fêmea)	-	-	-	-	-	-
<i>Mesocyclops cf. brasiliensis</i> (Macho)	-	-	-	-	-	-
<i>Thermocyclops decipiens</i> (Fêmea)	-	-	-	-	0,48	0,02
<i>Thermocyclops decipiens</i> (Macho)	-	-	-	-	0,6	0,12
<i>Notodiaptomus conifer</i> (Fêmea)	-	-	-	-	-	-
<i>Notodiaptomus conifer</i> (Macho)	-	-	-	-	-	-

Espécie	Planalto		N. Horizonte		Macaubal	
	L X P	Sc X Ch	L X P	Sc X Ch	L X P	Sc X Ch
<i>Tropocyclops prasinus meridionalis</i> (Fêmea)	-	-	-	-	0,03	0,02
<i>Tropocyclops prasinus meridionalis</i> (Macho)	-	-	-	-	0,27	0,12
<i>Mesocyclops cf. brasiliensis</i> (Fêmea)	<0,01	0,02	-	-	-	-
<i>Mesocyclops cf. brasiliensis</i> (Macho)	<0,01	0,89	-	-	-	-
<i>Thermocyclops decipiens</i> (Fêmea)	-	-	-	-	0,52	<0,01
<i>Thermocyclops decipiens</i> (Macho)	-	-	-	-	<0,01	0,44
<i>Notodiaptomus conifer</i> (Fêmea)	-	-	<0,01	-	-	-
<i>Notodiaptomus conifer</i> (Macho)	-	-	0,01	-	-	-

Espécie	Vicentinópolis		Planalto		N. Horizonte		Macaubal	
	LXP	ScXCh	LXP	ScXCh	LXP	ScXCh	LXP	ScXCh
<i>Diaphanosoma birgei</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diaphanosoma spinulosum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bosmina tubicen</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bosmina</i> cf. <i>freyi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bosminopsis deitersi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Moina minuta</i>	-	-	-	-	-	-	0.02	0.10
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	-	-	-	<0,01	-	-	0.08	0.07
<i>Ceriodaphnia silvestrii</i>	-	-	0.03	-	-	-	-	-
<i>Daphnia ambigua</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Daphnia gessneri</i>	-	-	-	0.07	<0,01	-	-	-
<i>Simocephalus iheringi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Simocephalus serrulatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Macrothrix paulensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anthalona verrucosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chydorus dentifer</i>	-	-	-	-	-	-	-	-

APÊNDICE D - Tabelas com resultados estatísticos para a comparação da produção de ovos entre as zonas litorâneas e limnéticas e entre estações seca e chuvosa para as espécies de Copepoda.

Espécie	Poço das pedras		Barbosa		Mian		Barretos	
	LXP	ScXCh	LXP	ScXCh	LXP	ScXCh	LXP	ScXCh
<i>Tropocyclops prasinus meridionalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	0.09
<i>Mesocyclops cf. brasiliensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thermocyclops decipiens</i>	0.15	0.29	-	-	-	-	-	-
<i>Notodiaptomus conifer</i>	0.66	<0,01	-	-	-	-	-	-

Espécie	Magda		Matão R2		Matão R3		União Paulista	
	LXP	ScXCh	LXP	ScXCh	LXP	ScXCh	LXP	ScXCh
<i>Tropocyclops prasinus meridionalis</i>	-	-	-	-	0.2	-	-	-
<i>Mesocyclops cf. brasiliensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thermocyclops decipiens</i>	-	-	0.04	<0,01	-	-	-	-
<i>Notodiaptomus conifer</i>	-	-	-	-	-	-	-	-

Espécie	Vicentinópolis		Planalto		N. Horizonte		Macaubal	
	LXP	ScXCh	LXP	ScXCh	LXP	ScXCh	LXP	ScXCh
<i>Tropocyclops prasinus meridionalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mesocyclops cf. brasiliensis</i>	-	-	0.08	0.06	-	-	-	-
<i>Thermocyclops decipiens</i>	-	-	-	-	-	-	0.09	0.03
<i>Notodiaptomus conifer</i>	-	-	-	-	-	-	0.03	-