



Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

Campus de Botucatu – Instituto de Biociências

Programa de Pós-Graduação Ciências Biológicas

Área de Concentração: Zoologia

Dissertação de Mestrado

Efeitos do enriquecimento com fósforo e nitrogênio na estrutura da comunidade zooplanctônica em uma lagoa: um estudo experimental

Mariana Scrochio Rudge Furtado

Botucatu - 2017

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Campus de Botucatu – Instituto de Biociências

Programa de Pós-Graduação Ciências Biológicas

Área de Concentração: Zoologia

Dissertação de Mestrado

**Efeitos do enriquecimento com fósforo e
nitrogênio na estrutura da comunidade
zooplanctônica em uma lagoa: um estudo
experimental**

Mariana Scrochio Rudge Furtado

Orientador: Prof. Dr. Raoul Henry

Dissertação apresentada ao Instituto de
Biociências da Universidade Estadual Paulista –
UNESP, Campus de Botucatu, SP, como parte
dos requisitos para obtenção do Título de
Mestre em Ciências Biológicas – Área de
concentração: Zoologia.

Botucatu - 2017

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

Furtado, Mariana Scrochio Rudge.

Efeitos do enriquecimento com fósforo e nitrogênio na estrutura da comunidade zooplanctônica em uma lagoa : um estudo experimental / Mariana Scrochio Rudge Furtado. - Botucatu, 2017

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu

Orientador: Raoul Henry

Capes: 33004064

1. Eutroficação. 2. Zooplâncton. 3. Macrófitas aquáticas. 4. Fósforo. 5. Nitrogênio.

Palavras-chave: Eutrofização; Macrófitas; Mesocosmos.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente ao apoio e auxílio do meu orientador Prof. Dr. Raoul Henry e aos colegas de laboratório e departamento, Maria Carolina Castilho, Carolina Vieira da Silva, Prof Dr Marcos Gomes Nogueira, Juliana Pomari e Maria Inês Bulgari. E a toda ajuda estatística da Dr. Miriam Tsunemi, do Departamento de Bioestatística do Instituto de Biociências de Botucatu (Universidade Estadual Paulista – UNESP). E toda ajuda dos colegas do Instituto de Botânica de São Paulo, Dr. Carla Ferragut e Thiago Rodrigues dos Santos.

Agradeço ao meu pai, Julio, por ter me incentivado a estudar e alcançar meus objetivos, sempre, independente das barreiras que a vida possa nos trazer.

E, agradeço as amigas, Fabiana Santos, Carolina Puccini, Letícia Dragone e Priscila Tunes, por terem me ajudado a espreitar depois de todos os problemas no trabalho ou na vida.

Sumário

Resumo.....	6
Abstract	7
Introdução.....	8
Material e métodos.....	12
Área de estudo	12
Delineamento experimental	12
Método de enriquecimento	13
Variáveis climáticas	14
Variáveis abióticas	15
Variáveis bióticas	15
Análise quantitativa e qualitativa da comunidade zooplanctônica	15
Riqueza de espécies	16
Frequência de ocorrência das espécies	16
Índices biológicos	16
Análise dos Resultados	16
Resultados.....	18
Variáveis Climáticas	18
Variáveis abióticas	19
Variáveis bióticas	20
Riqueza e diversidade da comunidade zooplanctônica	23
Frequência de espécies	27
Densidade da comunidade zooplanctônica	28
Resultados da análise estatística	33
Discussão	42
Anexo 1	53
Anexo 2	56
Anexo 3	57
Anexo 4.....	58

Resumo

Ambientes eutrofizados são resultantes de um aumento da concentração de nutrientes, que eleva a produtividade do ecossistema aquático, ao nível de eutrofia e/ou hipertrofia. O objetivo foi observar mudanças na composição e densidade da comunidade zooplanctônica em resposta ao enriquecimento com nitrogênio e fósforo, sendo esperada a diminuição da diversidade e mudanças na abundância relativa de algumas espécies residentes. O experimento consistiu na instalação de 6 mesocosmos, 3 para o tratamento controle e 3 para o tratamento com enriquecimento, na região litorânea da lagoa. O período experimental foi de 35 dias: 3 dias para a instalação dos mesocosmos, 12 dias de enriquecimento e 20 dias sem enriquecimento para avaliação da resiliência da comunidade. Foram realizadas medidas de variáveis físicas (condutividade elétrica, pH, radiação subaquática), químicas (nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal, fósforo e nitrogênio total, ortofosfato, oxigênio dissolvido) e biológicas (concentração de clorofila a e amostras quantitativas e qualitativas da comunidade zooplanctônica) nos mesocosmos. Foram encontrados 88 táxons (51 de Rotifera, 21 de Cladocera e 16 de Copepoda). Houve maior riqueza e diversidade de Rotifera nos dois tratamentos, sendo que, nos mesocosmos enriquecidos, obtivemos maiores médias de riqueza. Em relação à densidade, os três grupos diferiram entre os tratamentos. Para Rotifera, ocorreu predomínio dos componentes do gênero *Polyarthra* e da espécie *Gastropus stylifer*; para Cladocera, predomínio das espécies *Chydorus pubescens* e *Alonella daday* foi constatado e em relação a Copepoda, as formas jovens (náuplios e copepoditos) foram mais abundantes. A ANOVA demonstrou que riqueza e diversidade diferiram entre os tratamentos. O modelo linear misto mostrou que houve diferença significativa na diversidade de Rotifera e Copepoda Calanoida entre os tratamentos e, na diversidade dos grupos entre os tratamentos. Em conclusão, ocorreram mudanças na composição da comunidade zooplanctônica frente ao aumento da concentração de nutrientes e, foi constatada resiliência da comunidade no período de pós-enriquecimento. **Palavras – chave:** macrófitas, mesocosmos, eutrofização, zooplâncton

Abstract

Eutrophic environments result from increased nutrient concentration, which increases the productivity of the aquatic ecosystem, at the level of eutrophy and / or hypertrophy. The objective was to observe changes in the composition of the zooplankton community in response to enrichment with nitrogen and phosphorus, being expected the decrease of diversity and changes in the relative abundance of some resident species. The experiment consisted in the installation of 6 mesocosms, 3 for the control treatment and 3 for the treatment with enrichment, in the coastal region of the lagoon. The experimental period was 35 days, 3 days for the installation of mesocosms, 12 days of enrichment and 20 days without enrichment to evaluate community resilience. Measurements of physical variables (electrical conductivity, pH, underwater radiation), chemical (nitrite, nitrate, ammoniacal nitrogen, phosphorus and total nitrogen, orthophosphate, dissolved oxygen) and biological variables (concentration of chlorophyll a and quantitative and qualitative samples of the zooplankton community), in the mesocosms. 88 taxa were found (51 Rotifera, 21 Cladocera and 16 Copepoda). There was greater richness and diversity of Rotifera in the two treatments and, in the enriched mesocosms, we obtained higher averages of wealth. Regarding density, the three groups differed between treatments. For Rotifera, there was a predominance of the components of the genus *Polyarthra* and the species *Gastropus stylifer*; For Cladocera, the species *Chydorus pubescens* and *Alonella daday* was found and Copepoda, the young forms (nauplii and copepodites) were more abundant. ANOVA showed that richness and diversity differed between treatments. The mixed linear model showed that there was a significant difference in Rotifera and Copepoda Calanoida diversity among treatments and in the diversity of groups between treatments. Therefore, there were changes in the composition of the zooplankton community in the face of increased nutrient concentration, and there was community resilience in the post-enrichment period.

Key-words: macrophytes, mesocosms, eutrophication, zooplankton

Introdução

Os diferentes grupos de invertebrados que tem como habitats principais a coluna d'água e a zona litorânea constituem uma comunidade denominada zooplâncton, sendo que, em lagos, é caracterizada pela baixa diversidade (quando comparado com a diversidade em água marinha). Na região litorânea, o zooplâncton é formado por protozoários e metazoários (em sua maioria: rotíferos, cladóceros, copépodos e larvas de dípteros) (DUMMONT *et al.*,1994)

O grupo Rotifera pertence aos Metazoa e compreendem o filo Rotifera (Brusca & Brusca, 2007). Tem como características principais na sua identificação, o mástax (estrutura interna para capturas e triturar os alimentos) e a corona (formada por muitos cílios, que promovem a locomoção do animal e auxilia na captura de alimento por meio do fluxo de água). Os rotíferos apresentam distribuição cosmopolita e heterogênea, devido a vários fatores: dispersão na forma de ovos, que aderem na pele de outros animais, dispersão pelas correntes de água e devido a fatores alimentares. Visto que sua dieta é característica de organismos onívoros, carnívoros a herbívoros, migram verticalmente ao longo do dia. Sua reprodução é partenogenética e sexuada, gerando maior variabilidade genética e fenotípica (RUTTNER-KOLISKO, 1974).

O grupo Cladocera habita, em sua maioria, a região litorânea de ecossistemas lacustres de forma a se distribuir heterogeneamente. Comumente são filtradores (de fitoplâncton e detritos). Estes organismos têm como características para sua identificação: 5-6 pares de patas achatadas (utilizadas na captura de alimento), 2 pares de antenas cefálicas (utilizadas na sua locomoção e orientação) e a presença, na maioria das espécies, de um olho composto (que auxilia na orientação do nado) (ELMOOR-LOUREIRO, 1997).

Copepoda planctônicos têm como ordens representantes: Calanoida e Cyclopoida. Os calanóides são filtradores, alimentam-se principalmente de fitoplâncton, e os ciclopóides são carnívoros, alimentam-se de outros microcrustáceos, larvas de dípteros e oligoquetas. Tem

como características básicas: corpo dividido em cefalotórax (com presença de antênulas usadas na cópula para o macho segurar a fêmea, e de patas natatórias para a locomoção) e abdômen cilíndrico (com apêndice anal com dois ramos caudais usados na flutuação). Estes organismos apresentam vários estágios de desenvolvimento, o que gera um papel essencial no fluxo de energia do ecossistema lacustre, visto que são encontrados em maior abundância neste ambiente (WILLIAMSON & REID, 2009).

O zooplâncton tem grande importância no ecossistema aquático por participar do fluxo de energia (dos produtores primários aos consumidores), tendo grande importância na produtividade secundária e na ciclagem de nutrientes. (MEIRINHO, 2010).

Lagos rasos de pequena extensão apresentam, de modo geral, elevada biomassa de vegetação aquática emersa e submersa com fauna associada à mesma (DABÉS, 1995). A região do lago em contato com o ambiente terrestre é denominada região litorânea, e, por ser um ecótono entre o ecossistema terrestre e aquático, tem alta sobreposição de nichos ecológicos, formando muitas cadeias alimentares (ESTEVES, 2011).

Por incluir todos os níveis tróficos de um ecossistema, a região litorânea é considerada um compartimento autônomo no ecossistema aquático. Isto se deve à colonização por vegetação aquática, que, após senescência, produz detritos que são a base da cadeia alimentar do ecossistema, servindo de alimento para inúmeros invertebrados aquáticos, como moluscos, oligoquetas, crustáceos e insetos (SCHRIVER *et al.*, 1995).

As macrófitas são muito importantes na estrutura do ecossistema aquático, por gerar uma variedade de micro-gradientes ambientais (luz, nutrientes, oxigênio, pH, etc), visto que podem reduzir a turbidez da água, controlando, assim, o fitoplâncton e prevenindo a re-suspensão de sedimentos (SCHEFFER & VAN NES, 2007).

Os ambientes eutrofizados são aqueles resultantes de um aumento da concentração de nutrientes, que gera um aumento na produtividade do ecossistema aquático, cujo status

trófico é eutrófico a hipereutrófico (ESTEVES, 2011). Altas concentrações de nitrogênio (N) podem elevar o grau de eutrofização (LEWIS Jr, 2011), que produz uma redução na biomassa das macrófitas e na riqueza de espécies em lagos rasos (BARKER *et al.*, 2008).

As concentrações de N no lago dependem da entrada de N externo, do tempo de residência da água e da desnitrificação. O nitrogênio pode ser assimilado pelas macrófitas e algas, ou acumula-se no sedimento pela decomposição de animais, e também poderá ser devolvido por desnitrificação à atmosfera (SEITZINGER *et al.*, 2006).

O aumento da concentração de P na coluna d'água eleva a perda de N para o ambiente, aumentando sua assimilação pelas macrófitas e algas, e consequentemente a desnitrificação, deixando a coluna d'água saturada de N (BERNOT & DODDS, 2005).

A eutrofização pode ser natural (ocorre com o “envelhecimento” do lago, a partir dos nutrientes trazidos pelas chuvas ou da superfície terrestre) ou artificial (por meio da ação do homem, por meio do despejo de efluentes domésticos, industriais ou agrícolas). A eutrofização artificial, primeiramente gera um aumento na riqueza de espécies e no número de indivíduos animais e vegetais. Mas com o passar do tempo, leva a uma relação inversa, devido à falta de luminosidade (ESTEVES, 2011). As espécies têm seu número reduzido, ou desaparecem completamente, e, são substituídas por outras que passam a dominar o meio (KIEFER, 1973).

A entrada de nutrientes orgânicos e inorgânicos nos lagos (principalmente por despejos de esgoto), afeta a produtividade primária e secundária desses ecossistemas, o que pode acelerar o processo de eutrofização (KOZLOWSKY-SUZUKI & BOZELLI, 2002), e, em casos severos, leva ao desenvolvimento maciço de fitoplâncton e à crise distrófica (FARIA, 1993; SUZUKI, 1997). Tais crises são resultado do intenso desequilíbrio biológico, físico e químico, que levam à anoxia do ecossistema, e, consequentemente, ao desaparecimento temporário de organismos aquáticos (FARIA, 1993).

Com a elevação das concentrações de fosfato em lagos, o fitoplâncton apresenta-se em grande abundância em contraposição aos ambientes com baixos teores de fosfato. O fósforo, por estar presente em importantes compostos celulares energéticos das algas (como ATP e GTP), é indispensável ao seu crescimento (ESTEVES, 2011).

A produtividade do lago pode ser estimada através da avaliação da quantidade de clorofila-a e da concentração de fósforo total (WETZEL, 1983). A produtividade primária é decorrência de processo desenvolvido por uma mistura de populações de fitoplâncton e vegetação aquática submersa em águas abertas, além de espécies vegetais emergentes ao redor dos lagos rasos (BAYLEY & PRATHER, 2003).

Kozlowsky-Suzuki & Bozelli (2002), em experimento na lagoa Imboassica, RJ, demonstraram que tanto o nitrogênio quanto o fósforo e a pressão da herbivoria são importantes na regulação do bacterio e do fitoplancton.

O pulso de nutrientes de origem antropogênica pode levar a um bloom indesejado de algas, o que pode levar à perda da diversidade zooplanctônica (SCHINDLER, 1974; MALLEY *et al.*, 1988). Forrest & Arnott (2006) testaram os efeitos do pulso de nutrientes na diversidade da comunidade zooplanctônica e identificaram mudanças na abundância de espécies residentes e na diversidade da comunidade, devido ao aumento da concentração de nutrientes e, conseqüentemente, da produtividade no mesocosmo.

Uma grande entrada de nutrientes pode, também, levar a uma redução da diversidade de espécies dentro das comunidades de invertebrados aquáticos, isso se houver uma redução na abundância ou arquitetura das macrófitas, o que leva a uma modificação da teia alimentar acompanhada de uma deterioração das condições abióticas (como aumento de pH e depleção do oxigênio) (SCHEFFER *et al.*, 1993; DECLERCK *et al.*, 2011).

Nosso objetivo foi verificar mudanças na composição e densidade da comunidade zooplanctônica frente a um aumento da concentração de nutrientes (P e N) em condições

experimentais em lagoa subtropical, e verificar a resiliência da comunidade após o fim do enriquecimento.

Material e métodos

Área de estudo

O ambiente de estudo, conhecido como Lagoa das Ninféias, está localizado no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI) (23°38' S, 46°37' W), na cidade de São Paulo. É formada pelo barramento do córrego Pirarungaua, sendo um reservatório raso e mesotrófico com área de 5.433m², profundidade máxima de 3,6m, profundidade média de 1,3m e tempo de residência de 7,2 dias. Tem uma extensa região litorânea e apresenta abundância de macrófitas aquáticas flutuantes enraizadas do gênero *Nymphaea* (BICUDO *et al.*, 2002) (Figura 1).

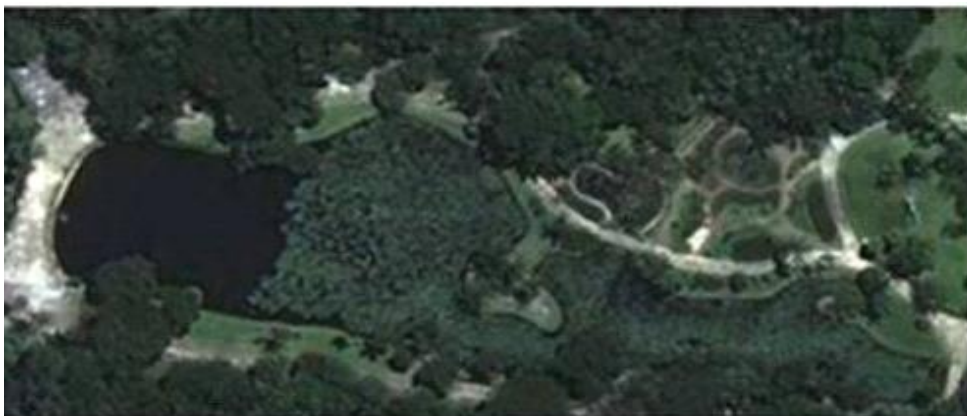


Figura 1. Vista geral da Lagoa das Ninféias situada no Parque Estadual Fontes do Ipiranga, São Paulo - SP.

Delineamento experimental

O experimento foi efetuado em mesocosmos instalados na lagoa, simulando as condições naturais. Seis mesocosmos de fundo aberto foram instalados na região litorânea da lagoa, na estação seca (Set. – Out./2014), sendo três para o tratamento controle (sem enriquecimento) e três para o tratamento enriquecimento (com adição dos nutrientes)

(Figura 2). Os mesocosmos eram estruturas de acrílicos transparentes (1m de altura; 0,6m de comprimento e 0,6m de largura) abertos para o sedimento e para a atmosfera, com volume de 316,8L. Os pés foram enterrados no sedimento, permitindo o isolamento da coluna de água e integração das comunidades planctônicas (Figura 3).

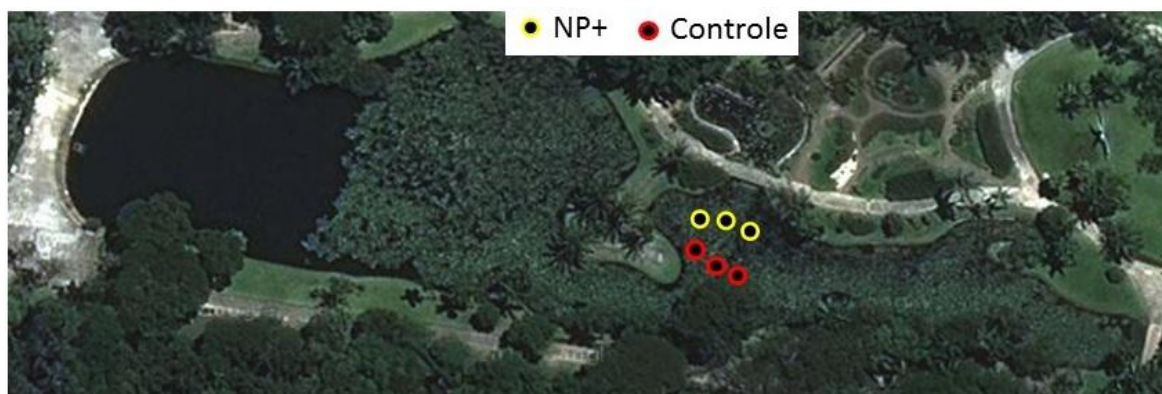


Figura 2. Distribuição das estações de amostragem seguindo gradiente de profundidade da Lagoa das Ninféias. Em amarelo = Mesocosmos enriquecidos (NP+), em vermelho = Mesocosmos controle.

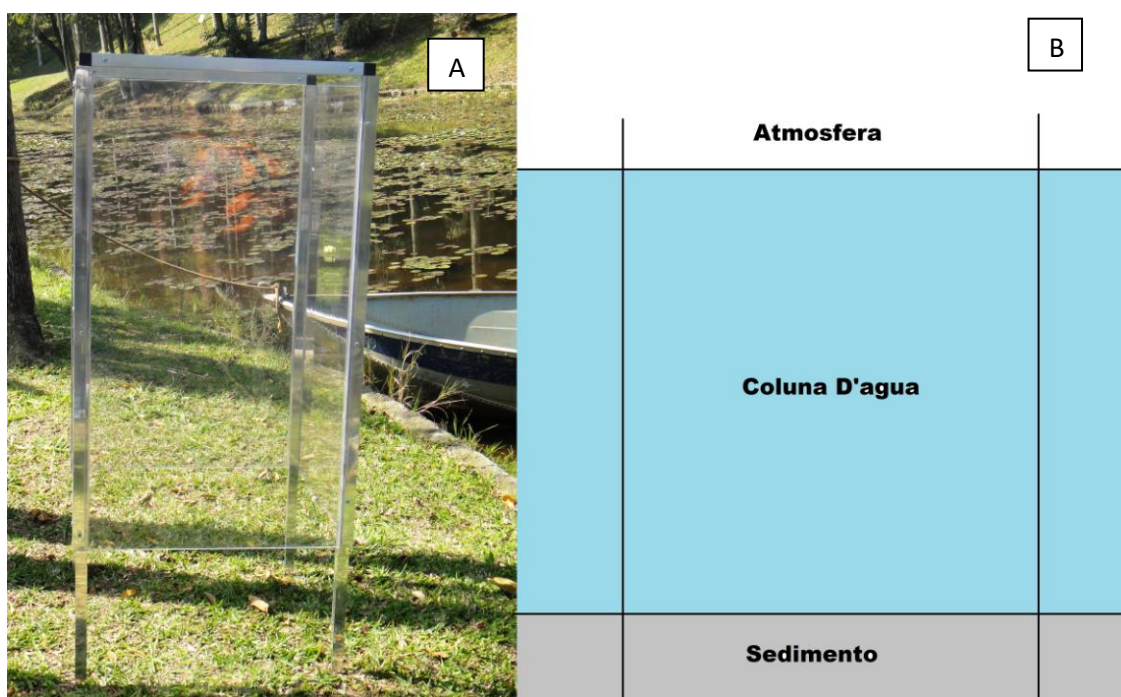


Figura 3. Em A = mesocosmo e em B = representação esquemática de sua instalação na lagoa.

Método de enriquecimento

O experimento envolveu 2 tratamentos em tréplica designados de: C – controle (ausência de enriquecimento) e NP+ – enriquecimento com N e P. O enriquecimento teve

como objetivo aumentar a disponibilidade de N e P na água e manter a razão molar N:P igual ou próxima de 16 – para simular as condições nutritivas observadas na lagoa no verão, onde o nível máximo de PT, em 6 anos, foi de, aproximadamente, 40µg/L (dados obtidos com Dr^a Carla Ferragut)

Após 3 dias da instalação dos mesocosmos, uma coleta foi realizada para determinação das concentrações de NID ($\text{NH}_4 + \text{NO}_2 + \text{NO}_3$) e P- PO_4 dentro de cada um dos seis mesocosmos. Com base na concentração de NID e P- PO_4 obtida, foram realizados os cálculos para a determinação da quantidade de P e N a ser adicionada nos mesocosmos para atingir a razão desejada (razão molar NP = 16). Desta forma, a adição dos nutrientes teve como objetivo simular as condições de melhor balanço estequiométrico, condição observada no período chuvoso do reservatório (dados não publicados). Os sais utilizados foram nitrato de sódio (NaNO_3 Merck) e o fosfato monobásico de potássio (KH_2PO_4 Merck).

O experimento teve uma duração de 35 dias; os três primeiros dias sem enriquecimento (período necessário para a estabilização da água após a instalação dos mesocosmos), 12 dias de enriquecimento diário (período de 15 a 27/Set), com adição de nutrientes no tratamento NP+ e 20 dias sem adição de nutrientes (período de pós-enriquecimento - 28/Set a 17/Out).

Após o 15º dia experimental (27/Set), interrompemos a adição de nutrientes para simularmos o efeito da transição da fase com maior concentração de nutrientes para a de menor concentração de nutrientes, sobre a dinâmica das comunidades zooplanctônicas. As coletas de monitoramento para determinação da concentração de NID e PO_4 na água foram realizadas diariamente após o 3º dia da instalação dos mesocosmos. Durante o período de enriquecimento, três coletas foram realizadas (19/Set, 23/Set e 27/Set). Após a interrupção da adição de nutrientes, realizamos uma coleta, no 35º dia do período experimental (17/Out). A frequência de amostragem escolhida teve como objetivo acompanhar as possíveis mudanças na estrutura da comunidade zooplanctônica.

Variáveis climáticas

Durante o período de desenvolvimento do experimento, dados de variáveis climáticas (temperatura do ar, velocidade do vento, radiação solar e precipitação pluviométrica) foram obtidos na Estação Meteorológica do Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo, campus da Água Funda, localizada cerca de 200 metros da Lagoa das Ninféias.

Variáveis abióticas

Foram analisadas as seguintes variáveis da água no interior dos mesocosmos: radiação solar (luxímetro Li-Cor LI-250A), temperatura, profundidade da coluna de água, condutividade elétrica, pH (por sonda subaquática multiparâmetros), oxigênio dissolvido (GOLTERMAN *et al.*, 1978), alcalinidade (GOLTERMAN & CLYMO, 1971), formas de carbono inorgânico dissolvido, nitrito e nitrato (MACKERETH *et al.*, 1978), nitrogênio amoniacal (SOLORZANO, 1969), ortofosfato e fósforo total dissolvido (STRICKLAND & PARSONS, 1960), nitrogênio total e fósforo total (VALDERRAMA, 1981) e sílica solúvel reativa (GOLTERMAN *et al.*, 1978). As amostras para a fração dissolvida dos nutrientes foram filtradas em filtro GF/F pré-calcinado, sob-baixa pressão (≤ 5 atm).

Variáveis bióticas

Clorofila-a

Amostras de água foram filtradas em filtro de fibra de vidro Whatman GF/F para a determinação da clorofila-a. A extração da clorofila-a (corrigida da feofitina) foi feita com etanol (90%) segundo Sartory & Grobblelar (1984).

Análise quantitativa e qualitativa da comunidade zooplanctônica

Foi coletada uma amostra de água de 5 litros, com amostrador cilíndrico especialmente construído (tubo de PVC de 10 cm de diâmetro) para exame do zooplâncton, para cada um dos seis mesocosmos, sendo as coletas efetuadas a intervalos de quatro dias durante o período de enriquecimento (19/Set, 23/Set e 27/Set). Uma coleta foi feita no dia 17/Out, para avaliar se houve algum efeito do pós-enriquecimento na comunidade

zooplânctônica. A água contida no tubo foi a seguir despejada em rede de plâncton 50µm de abertura de malha. Para evitar a contração dos organismos, o processo de narcotização com saturação de CO₂ foi realizado através da adição de água gaseificada. As amostras foram armazenadas em frascos de vidro, e fixadas com formol em concentração de 4%.

Para as contagens, na dependência da curva de rarefação, a amostra toda foi analisada em placa de acrílico quadriculada sob microscópio estereoscópico, com aumento de 50x para Cladocera e Copepoda. As contagens de Rotifera e náuplios de Copepoda foram realizadas em câmara de Sedgwick-Rafter sob microscópio óptico, com aumento de 100X. As identificações foram realizadas com o auxílio de microscópio óptico e bibliografia especializada (KOSTE, 1978; JERSABEK *et al.*, 2003; DE MELO & HEBERT, 1994; ELMOOR-LOUREIRO, 1997; ORLOVA-BIENKOWSKAJA, 1998; SMIRNOV, 1998; SEGERS, 2007; KOTOV, 2009; SINEV & ELMOOR-LOUREIRO, 2010).

A seguir, foram calculados os seguintes atributos da comunidade:

Riqueza de espécies

Consiste no número total de táxons identificados nas amostras.

Frequência de ocorrência das espécies

As espécies encontradas nas amostras foram classificadas em constantes (presentes em mais de 80% das amostras analisadas), freqüentes (presentes entre 50% a 80% das amostras analisadas), comuns (presentes entre 20% a 50% das amostras analisadas) e raras (presentes em menos de 20% das amostras analisadas), segundo Dajoz (1983).

Índices biológicos

Para medida da estrutura da comunidade, foram utilizados os índices de diversidade de Shannon-Wiener (bits ind^{-1}), dominância, equitabilidade e riqueza de espécies (Magurran, 2004).

Análise dos Resultados

Para todas as análises foi utilizado software R 2.12.2.

Análises descritivas univariadas

Inicialmente, foi executada uma representação gráfica dos dados (gráficos de perfis de medidas, histogramas, caixas esquemáticas). A seguir, foram utilizadas medidas de tendência central (média aritmética e mediana) e de dispersão (quartis, desvio padrão, erro padrão e coeficiente de variação). O grau de associação entre variáveis abióticas e bióticas foi avaliado em teste não paramétrico, através do coeficiente de Correlação de Spearman.

Análise inferencial

Para verificar a distribuição dos valores de riqueza e diversidade foi feito o teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov. Para um nível de significância de 0.05, observamos que a distribuição das duas variáveis apresentava aproximadamente um comportamento normal; esse resultado possibilitou a aplicação da análise de variância (ANOVA) e o ajuste do modelo linear misto, explicados a seguir.

Para a comparação das variáveis entre os mesocosmos (6) foi aplicada análise de variância (ANOVA) e homogeneidade Levene. Foi usada para verificar se as variâncias entre os tratamentos são próximas, seguido da aplicação de teste de comparações múltiplas Tamhane, que permite obter comparações das médias duas a duas, sendo aplicado quando não há homogeneidade de variâncias entre os grupos. Dessa forma, quando o valor $p < 0,05$ existe uma diferença significativa das médias entre os respectivos grupos.

Após a ANOVA foi feito o ajuste de modelo linear misto para riqueza e diversidade, considerando os tratamentos (controle e com enriquecimento) e os grupos (Rotífera, Cladocera, Copepoda Calanoida e Copepoda Cyclopoida) como efeitos fixos e os momentos (19/Set, 23/Set, 27/Set e 17/Out) como efeito aleatório. O efeito aleatório representa a dependência entre os períodos. Dessa forma, foram ajustados os modelos completo e reduzido, e estes modelos foram comparados para avaliar a significância dos efeitos. Ao

final foi feito um teste simultâneo para comparação entre os grupos dos efeitos fixos. Os valores de $p < 0,05$ indicam diferença significativa entre os grupos.

Análises exploratórias

Foi efetuada uma Análise de Componentes Principais (ACP) para verificar se há distinção entre os tratamentos (controle e com enriquecimento) com relação às condições ambientais (variáveis físicas, químicas, climatológicas e clorofila). A ACP divide as combinações lineares das variáveis originais em componentes, para cada período de coleta. Quanto maior o peso do componente maior a representatividade da respectiva variável no componente. Cada componente é relacionado aos autovalores das componentes, que indica qual é a porcentagem da variação explicada por cada componente.

A Análise de Correspondência Canônica (ACC) foi utilizada para verificar a associação das espécies com as condições ambientais, que é focada na identificação e associação entre dois grupos de variáveis, visando correlacionar entre uma combinação linear das variáveis de um grupo com outra combinação linear das variáveis do outro grupo.

A Análise de Correspondência Destendenciada (DCA) foi utilizada para verificar as espécies associadas a cada um dos tratamentos. Técnicas de ordenação arranjam as unidades amostrais ao longo de eixos criados a partir dos dados de composição de espécies, resultando em um diagrama bidimensional (com dois eixos), no qual as unidades amostrais são representadas por pontos.

Resultados

Variáveis Climáticas

Na figura 4, podemos verificar que, no período do experimento (19/Set a 17/Out), a precipitação acumulada teve dois picos, um em 21/Set (7mm) e o mais alto em 27/Set (22mm) e teve uma queda brusca em 29/Set (0.0mm) e permaneceu baixa por todo o mês de Outubro. A temperatura oscilou durante todo experimento, chegando à máxima de 26°C

e mínima de 14°C. Para a velocidade do vento, obtivemos uma oscilação durante todo período de experimento, tenho uma queda brusca em 27/Set (0 km/h). A radiação solar, por sua vez, também oscilou durante todo o período experimental, chegando à máxima de 25 MJ/m² e mínima de 6 MJ/m².

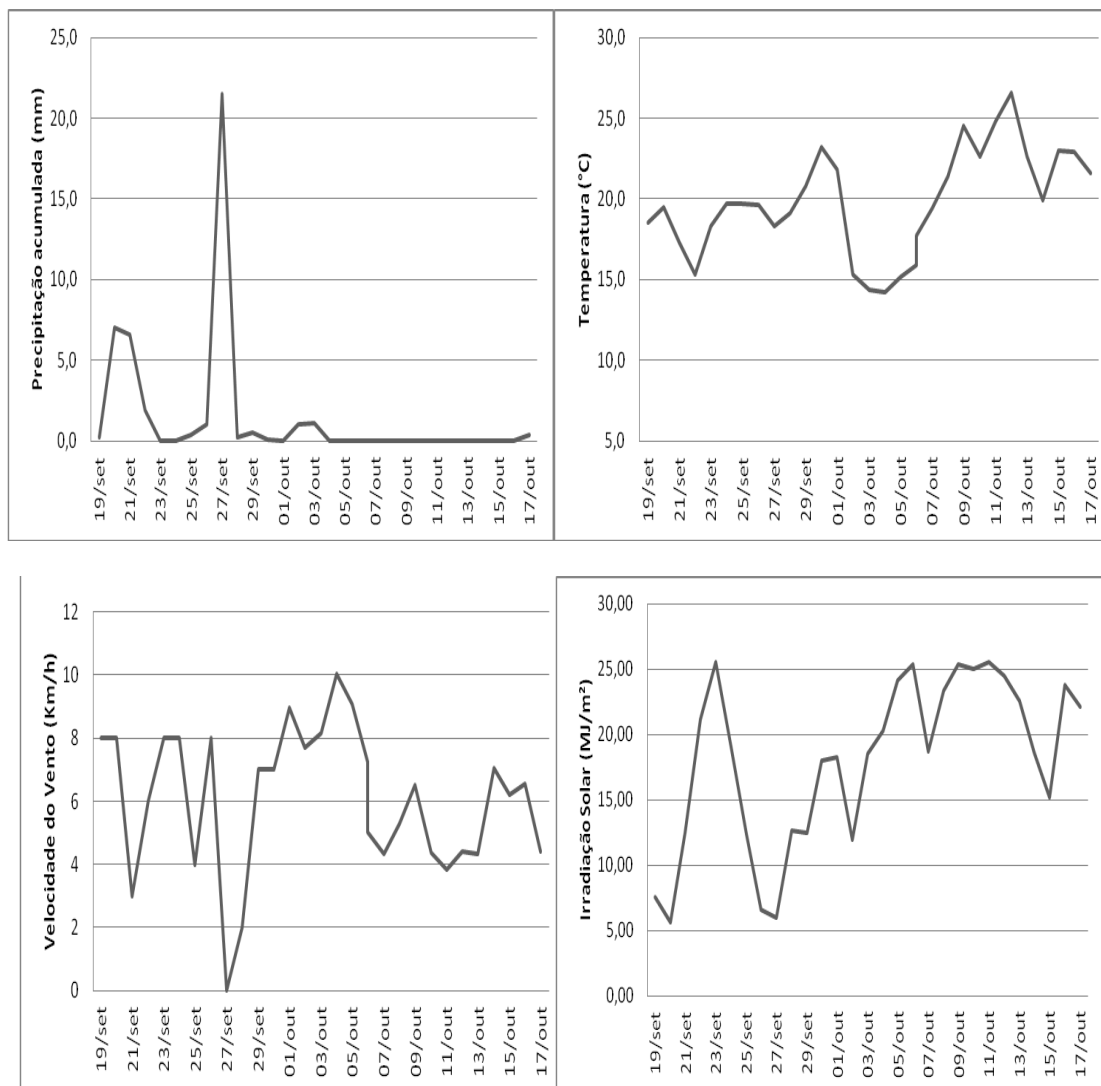


Figura 4. Médias de variáveis climáticas durante o período de 19/Set a 17/Out de 2014 (dados da Estação Meteorológica do Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo, campus da Água Funda).

Variáveis abióticas

Na tabela 1, podemos perceber um aumento da temperatura (T°C) com o desenvolvimento do experimento, de 20 a 24°C. A condutividade (Cond), a Alcalinidade (Alc.), o Material Particulado (M.P) e as concentrações relacionadas ao fósforo e nitrogênio (PT- Fósforo Total, PDT – Fósforo dissolvido total, PO₄, NT – Nitrogênio Total, NH₄, NO₂,

NO₃, DIN – Nitrogênio Inorgânico Dissolvido e NP – Nitrogênio Particulado) mostraram-se mais elevadas nos mesocosmos submetidos a enriquecimento. A radiação solar teve elevado grau de variação durante todo o período (675,3 – 6076,3 $\mu\text{mol/S/cm}^2$). O pH manteve-se praticamente constante entre 6,23 e 7,13 e o oxigênio dissolvido (O.D.) apresentou baixos valores durante todo o período entre 2,48 e 4,54 mg/L. O CO₂ livre e a Cobertura Vegetal (C.V., representada pela área ocupada pelas ninfeias nos mesocosmos) tiveram os maiores valores no período de pós-enriquecimento (respectivamente 13,68 cm²/L e 79,1 cm²/L). O Silicato foi sempre mais elevado nos mesocosmos controle em relação aos enriquecidos.

Nas figuras 5 e 6, obtivemos que tanto os teores de fósforo quanto nitrogênio foram maiores nos mesocosmos submetidos a enriquecimento (NP de 19 a 27/Set). Para fósforo, os valores nos mesocosmos controle variaram pouco (entre 15 e 25 $\mu\text{g/L}$). Nos mesocosmos enriquecidos, os seus maiores valores foram obtidos em 19/Set (209,7 $\mu\text{g/L}$) e, em 23/Set foram de 68,8 $\mu\text{g/L}$ e em 27/Set de 117,3 $\mu\text{g/L}$. Para o nitrogênio, verificamos que os valores oscilaram tanto no mesocosmos controle como enriquecidos, sendo que em 19/Set ocorreram os maiores valores de NT nos mesocosmos enriquecidos, atingindo 1009,8 $\mu\text{g/L}$. Em 17/Out, no período de pós-enriquecimento, os maiores valores de NT foram obtidos nos mesocosmos controle, atingindo 758,4 $\mu\text{g/L}$.

Variáveis bióticas

A concentração de clorofila a foi mais alta nos mesocosmos enriquecidos durante o período de enriquecimento variando entre 9,1 e 70 $\mu\text{g/L}$ (valor obtido em 27/Set), e foi similar entre os mesocosmos no período de pós-enriquecimento variando entre 9 e 12 $\mu\text{g/L}$ (Figura 7).

Tabela 1. Média dos valores e desvios padrão (entre parênteses) das variáveis abióticas dentro dos mesocosmos controles (C) e submetidos a enriquecimento (NP) nos quatro períodos de experimento.

Abióticos	Enriquecimento						Pós-enriquecimento	
	19/Set		23/Set		27/Set		17/Out	
	C	NP	C	NP	C	NP	C	NP
T (°C)	20	20	20	20	21	21	24	24
Cond. (µS/cm)	50,3 (±4,0)	65,6 (±10,6)	55,7 (±26,8)	67,1 (±12,6)	49,3 (±9,0)	59,3 (±2,7)	48,4 (±1,9)	62,7 (±4,2)
Radiação solar (µmol/S/cm²)	2238,1 (±1527,66)	1272,8 (±978,57)	675,3 (±371,87)	725,4 (±305,8)	1836,9 (±172,54)	2312,1 (±477,26)	4705,3 (±1180,02)	6076,3 (±340,13)
pH	6,92 (± 0,1)	7,07 (± 0,06)	7,09 (± 0,14)	7,13 (± 0,09)	6,48 (± 0,08)	7,07 (± 0,07)	6,23 (± 0,13)	6,73 (± 0,08)
O.D.(mg/l)	3,6 (±0,07)	3,8 (±0,67)	2,85 (±0,48)	2,48 (± 0,21)	2,64 (±1,13)	4,54 (±1,68)	3,07 (±1,52)	2,48 (±1,03)
CO2 livre (mg/l)	4,08 (±0,88)	3,32 (±0,43)	4,47 (±1,32)	4,6 (±0,80)	9,6 (±1,66)	4,82 (±1,5)	13,68 (±4,53)	8,41 (±2,07)
Silicato (mg SiO4H4/L)	4,79 (±0,09)	4,41 (±0,10)	4,19 (±0,08)	3,89 (±0,16)	4,19 (±0,13)	3,56 (±0,21)	3,73 (±0,23)	1,85 (±0,07)
Alc. (mEq/l)	0,32 (±0,01)	0,37 (± 0,00)	0,35 (±0,00)	0,45 (±0,02)	0,33 (± 0,01)	0,46 (± 0,12)	0,30 (±0,01)	0,47 (±0,08)
M. P. (mg/l)	2,2 (±1,0)	5,1 (±1,1)	5,5 (±0,8)	6,6 (±1,5)	4,5 (±1,3)	8,8 (±0,9)	4,9 (±1,1)	6,1 (±1,1)
C.V. (%)	57,0 (±15,7)	66,1 (±15,7)	49,3 (±15,7)	57,0 (±13,7)	57,0 (±13,7)	57,0 (±7,8)	70,0 (±17,0)	79,1 (±19,2)
PT (µg/L)	17,8 (±1,1)	209,7 (±92,4)	15,4 (±2,9)	68,8 (±13,1)	24,8 (±2,3)	117,3 (±27,8)	18,7 (±6,1)	15,5 (±3,1)
PDT (µg/L)	4,8 (±0,15)	17,8 (±4,12)	5,5 (±0,23)	11,6 (±0,97)	5,9 (±1,12)	27,4 (±2,73)	18,1 (±5,96)	15,6 (±3,33)
PO4 (µg/L)	1,7 (±0,0)	7,7 (±3,2)	1,7 (±0,0)	3,7 (±0,1)	3,2 (±0,8)	13,3 (±1,4)	4,3 (±2,3)	2,8 (±1,8)
P-PO4 (µg/L)	6,5 (±0,15)	25,5 (±7,2)	7,2 (±0,23)	15,3 (±0,89)	9,1 (±1,84)	40,7 (±1,41)	22,4 (±8,15)	18,4 (±5,13)
NT (µg/L)	366,6 (±28,2)	1009,8 (±148,8)	139,1 (±26,8)	201,5 (±4,9)	396,0 (±18,9)	612,0 (±276,9)	758,4 (±323,9)	522,0 (±88,7)
NH4(µg/L)	5,63 (±2,07)	5,36 (±1,41)	10,62 (±1,17)	8,86 (±3,68)	22,13 (±4,79)	16,85 (±13,56)	133,23 (±96,76)	11,99 (±13,01)
NO3(µg/L)	3,39 (±0,00)	97,16 (±82,57)	4,12 (±1,26)	120,3 (±28,6)	6,29 (±5,03)	80,12 (±3,86)	3,39 (±0,00)	3,39 (±0,00)
NO2(µg/L)	1,5 (±0,21)	7,1 (±1,18)	1,7 (±0,3)	16,9 (±4,87)	1,8 (±0,19)	7,5 (±0,94)	2,7 (±0,25)	2,4 (±0,48)
DIN (µg/L)	9,02 (±2,1)	102,5 (±83,7)	14,74 (±2,4)	129,17 (±25,8)	28,42 (±9,1)	96,97 (±16,3)	136,62 (±96,8)	15,38 (±13,0)
NP	11,86	33,87	19,39	77,72	21,15	16,24	61,9	11,17

	($\pm 2,72$)	($\pm 35,7$)	($\pm 3,2$)	($\pm 17,48$)	($\pm 11,24$)	($\pm 3,6$)	($\pm 24,76$)	($\pm 2,2$)
--	----------------	----------------	---------------	-----------------	-----------------	---------------	-----------------	---------------

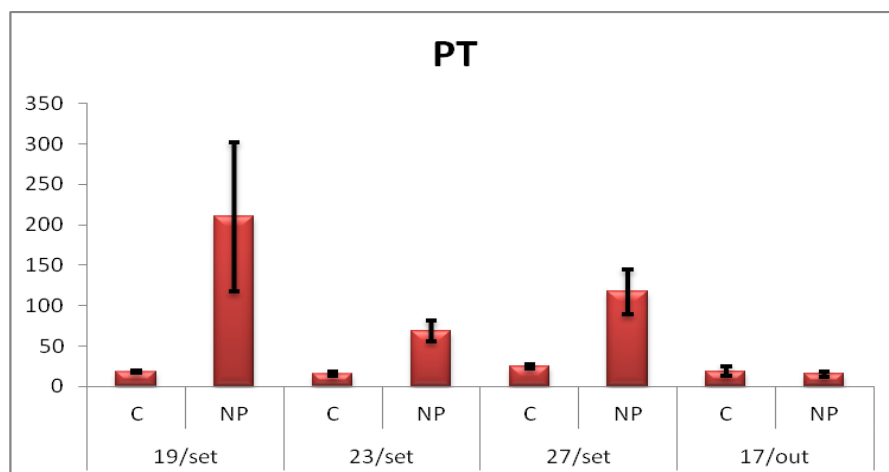


Figura 5. Valores médios $\pm$ desvios-padrão de fósforo total (PT) durante todo o período do experimento nos tratamentos controle (C) e com enriquecimento por nitrogênio e fósforo (NP) em $\mu\text{g/L}$.

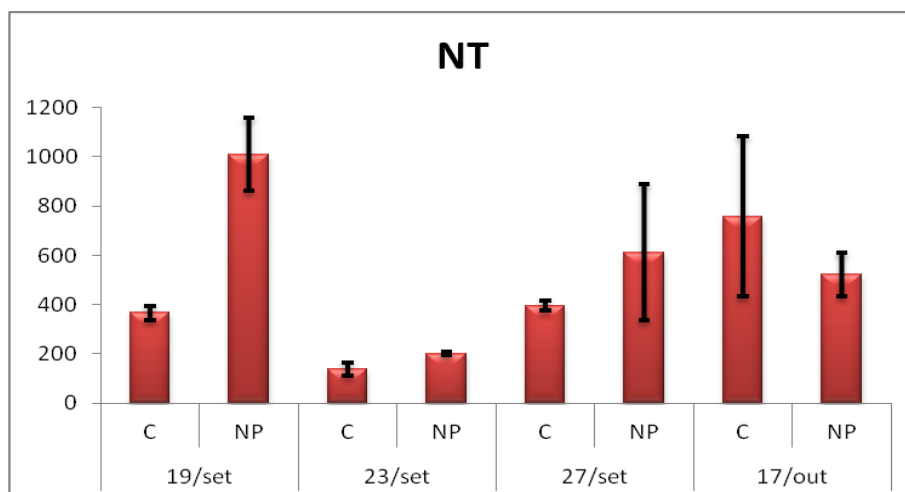


Figura 6. Valores médios $\pm$ desvios-padrão de fósforo total (PT) durante todo o período do experimento nos tratamentos controle (C) e com enriquecimento por nitrogênio e fósforo (NP) em $\mu\text{g/L}$.

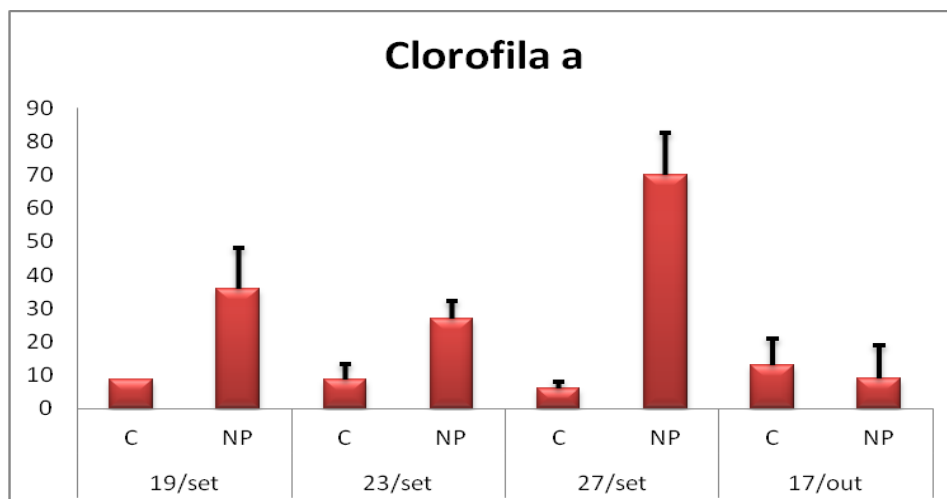


Figura 7. Valores médios $\pm$ desvios-padrão da Clorofila a para todo o período do experimento nos tratamentos controle (C) e com enriquecimento por nitrogênio e fósforo (NP) em $\mu\text{g/L}$.

Riqueza e diversidade da comunidade zooplanctônica

Em todo experimento foram encontrados 88 táxons diferentes dentre Rotifera (51), Cladocera (21) e Copepoda (16, sendo 11 de Cyclopoida e 5 de Calanoida); alguns organismos não foram identificados até espécie (Tabela 2).

Tabela 2 - Lista de espécies e respectivo descritor em cada grupo (Rotifera, Cladocera e Copepoda).

	Táxons	
ROTIFERA	<i>Anuraeopsis fissa</i> Gosse, 1851	<i>Lecane inermis</i> Turner, 1892
	<i>Ascomorpha ecaudis</i> Perty, 1850	<i>Lecane luna</i> Müller, 1776
	<i>Ascomorpha saltans</i> Bartsch, 1870	<i>Lecane signifera</i> Jennings, 1896
	<i>Asplanchna brightwellii</i> Gosse, 1850	<i>Lecane</i> spp Nitzsch, 1827
	<i>Asplanchna sieboldi</i> Leydig, 1854	<i>Lecane stenroosi</i> Meissner, 1908
	<i>Asplanchnopus multiceps</i> Guerne, 1888	<i>Lepadella ovalis</i> Müller, 1786
	<i>Beauchampiella</i> spp Remane, 1929	<i>Lepadella patella</i> Müller, 1773
	<i>Brachionus angularis</i> Gosse, 1851	<i>Lepadella quadricarinata</i> Stenroos, 1898
	<i>Brachionus dimidiatus</i> Bryce, 1931	<i>Lepadella</i> spp Bory de St Vincent, 1826
	<i>Brachionus</i> spp Pallas, 1766	<i>Paracolurella logima</i> Myers, 1936
	<i>Cephalodella</i> spp Bory de St Vincent, 1826	<i>Platyais quadricornis</i> Ehrenberg, 1832
	<i>Colurella colurus</i> Ehrenberg, 1830	<i>Platyonus patulus</i> (Müller, 1786)
	<i>Colurella obtusa</i> Gosse, 1886	<i>Polyarthra</i> spp Ehrenberg, 1834
	<i>Conochilus dossuarius</i> Hudson 1885	<i>Proales</i> spp Goose, 1886
	<i>Dicranophoroides caudatus</i> Ehrenberg, 1834	<i>Conochilus natans</i> Seligo, 1900
	<i>Epiphanes clavulata</i> Ehrenberg, 1832	<i>Trichocerca bicristata</i> Gosse, 1887

<i>Euchlanis dilatata</i> Hauer, 1930	<i>Trichocerca braziliensis</i> Murray, 1913
<i>Euchlanis</i> spp Ehrenberg, 1832	<i>Trichocerca flagellata</i> Hauer, 1937
<i>Gastropus stylifer</i> Imhof, 1891	<i>Trichocerca marina</i> Daday, 1890
<i>Horaella thomassoni</i> Koste, 1973	<i>Trichocerca ruttneri</i> Donner, 1953
<i>Kellicottia longispina</i> Kellicott, 1879	<i>Trichocerca similis</i> Wierzejski, 1893
<i>Keratella cochlearis</i> Gosse, 1851	<i>Trichocerca</i> spp Lamarck, 1801
<i>Lecane bulla</i> Gosse, 1851	<i>Trichocerca porcellus</i> Gosse, 1851
<i>Lecane hastata</i> Murray, 1913	<i>Trichotria tetractis</i> Ehrenberg, 1830
<i>Lecane hornemanni</i> Ehrenberg, 1834	<i>Tripleuchlanis plicata</i> Levander, 1894
	<i>Trochosphaera aequatorialis</i> Thorpe, 1893

Continuação- Tabela 2 - Lista de espécies e respectivo descritor em cada grupo (Rotifera, Cladocera e Copepoda).

CLADOCERA	<i>Alona glabra</i> Sars, 1901	<i>Chydorus pubescens</i> Sars, 1901
	<i>Alona intermedia</i> Sars, 1862	<i>Chydorus sphaericus</i> O. F. Mueller, 1785
	<i>Alona ossiani</i> Sinev, 1998	<i>Dadaya macrops</i> Daday, 1898
	<i>Alona setigera</i> Brehm, 1931	<i>Diaphanosoma birgei</i> Korinek, 1981
	<i>Alonella chlathratula</i> Sars, 1896	<i>Ephemeroporus hybridus</i> Daday, 1905
	<i>Alonella dadayi</i> Birge, 1910	<i>Ephemeroporus tridentatus</i> Bergamin, 1931
	<i>Bosminopsis deitersi</i> Richard, 1895	<i>Graptoleberis occidentalis</i> Sars, 1901
	<i>Camptocercus australis</i> Sars, 1896	<i>Ilyocryptus sordidus</i> Liévin, 1848
	<i>Chydorus eurynotus</i> Sars, 1901	<i>Macrothrix elegans</i> Sars, 1901
	<i>Chydorus parvireticulatus</i> Frey, 1987	<i>Macrothrix paulensis</i> Sars, 1901
		<i>Simocephalus serrulatus</i> Koch, 1841
COPEPODA	<i>Acanthocyclops robustus</i> Sars, 1863	<i>Mesocyclops meridianus</i> Kiefer, 1926
	<i>Argyrodiaptomus furcatus</i> Sars, 1901	<i>Mesocyclops ogunnus</i> Onabamira, 1957
	<i>Argyrodiaptomus azevedoi</i> Wright, 1935	<i>Microcyclops ceibaensis</i> March, 1919
	<i>Notodiaptomus henseni</i> Dahl, 1894	<i>Microcyclops finitimus</i> Dussart, 1984
	<i>Notodiaptomus conifer</i> Sars, 1901	<i>Microcyclops anceps</i> anceps (Richard, 1897)
	<i>Mesocyclops aspericornis</i> Daday, 1906	<i>Thermocyclops decipiens</i> Kiefer, 1929
	<i>Mesocyclops ellipticus</i> Kiefer, 1936	<i>Thermocyclops inversus</i> Kiefer, 1936
	<i>Mesocyclops longisetus</i> Dussart, 1987	<i>Thermocyclops minutus</i> Lowndes, 1934

Considerando os quatro grupos constituintes do zooplâncton (Rotifera, Cladocera, Copepoda Cyclopoida e Copepoda Calanoida), maior riqueza foi observada para Rotifera, tanto nos mesocosmos controle como submetidos a enriquecimento (Figuras 8 e 9). Comparando a riqueza entre os dois tratamentos (controle e com enriquecimento), Rotifera teve riqueza maior nos mesocosmos submetidos a enriquecimento nas duas primeiras coletas (19 e 23/Set, respectivamente 13 e 12,67) e riqueza maior nos mesocosmos controle nas duas últimas coletas (27/Set e 17/Out, respectivamente 15 e 20,33).

Para Cladocera a riqueza foi maior nos mesocosmos submetidos a enriquecimento apenas no dia 19/Set com valor médio de 9,67. Nos outros períodos, teve riqueza maior nos

mesocosmos controle (variando de 6 a 8,67). Para Copepoda Cyclopoida, nos dias 19 e 27/Set ocorreu maior riqueza nos mesocosmos controle (respectivamente, 2,33 e 0,67); no dia 23/Set, a riqueza foi igual em ambos os tratamentos (0,67). No período de pós-enriquecimento a riqueza foi maior nos mesocosmos submetidos a enriquecimento (1 taxon). Para Copepoda Calanoida, observamos maior riqueza nos mesocosmos enriquecidos em 19/Set e 17/Out (respectivamente, 5,33 e 6); no dia 23/Set, a riqueza foi maior nos mesocosmos controle (3 taxons) (Figuras 8 e 9).

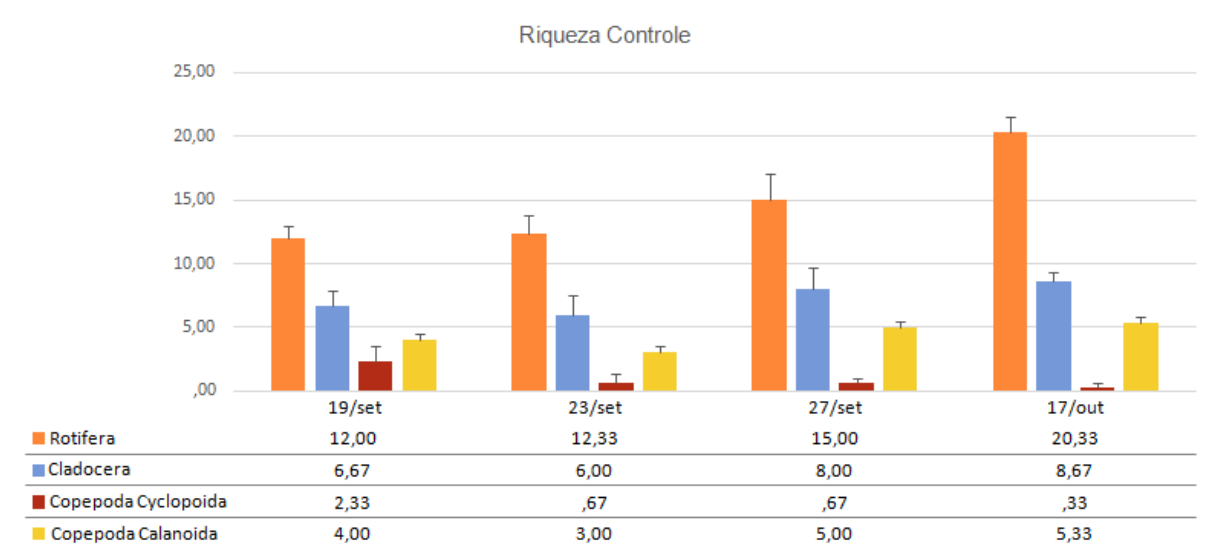


Figura 8 – Médias da riqueza de espécies ± desvios-padrão nos mesocosmos controle durante os períodos do experimento.

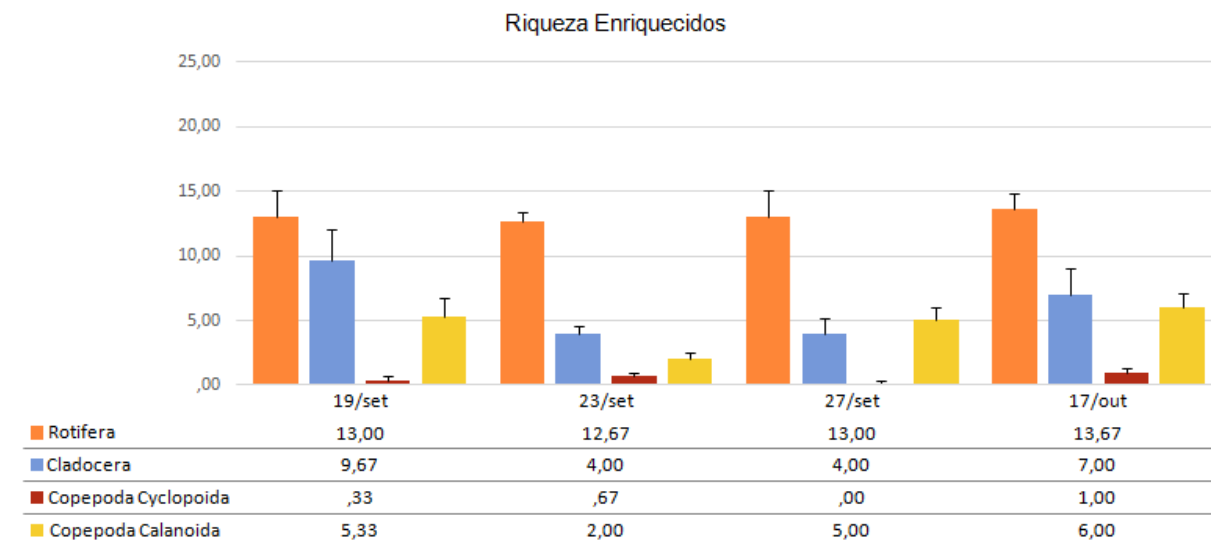


Figura 9 – Médias da riqueza de espécies ± desvios-padrão nos mesocosmos com enriquecimento durante os períodos do experimento.

Em relação à diversidade de espécies, Rotifera teve maior diversidade nos mesocosmos controle em todo período do experimento. Para Cladocera observamos diversidade maior nos mesocosmos submetido a enriquecimento em 19/Set (1,44 bits ind⁻¹) e nos períodos seguintes, houve uma diversidade maior nos mesocosmos controles (variando entre 1,55 e 1,78 bits ind⁻¹). Copepoda Cyclopoida mostrou maior diversidade nos mesocosmos controle no dia 19/set (0,76 bits ind⁻¹), e maior nos mesocosmos submetidos a enriquecimento nos dias 23/set e dia 17/Out (respectivamente, 0,23 e 0,23 bits ind⁻¹). Para Copepoda Calanoida, a diversidade foi maior nos mesocosmos com enriquecimento em 19/Set e 17/Out de coleta (0,34 e 0,63 bits ind⁻¹) e maior para os mesocosmos controle nos dias 23 e 27/set (0,14 e 0,39 bits ind⁻¹) (Figuras 10 e 11).

Frequência de espécies

O anexo 1 apresenta a lista de ocorrência das espécies nos mesocosmos controle (C) e com enriquecimento (NP) e a frequência dos táxons em cada período sucessivo do experimento. Os táxons foram classificados como constantes (frequência > 80%), frequentes (frequência entre 50 e 80%), comuns (frequência entre 20 e 50%) e raros (frequência <20%).

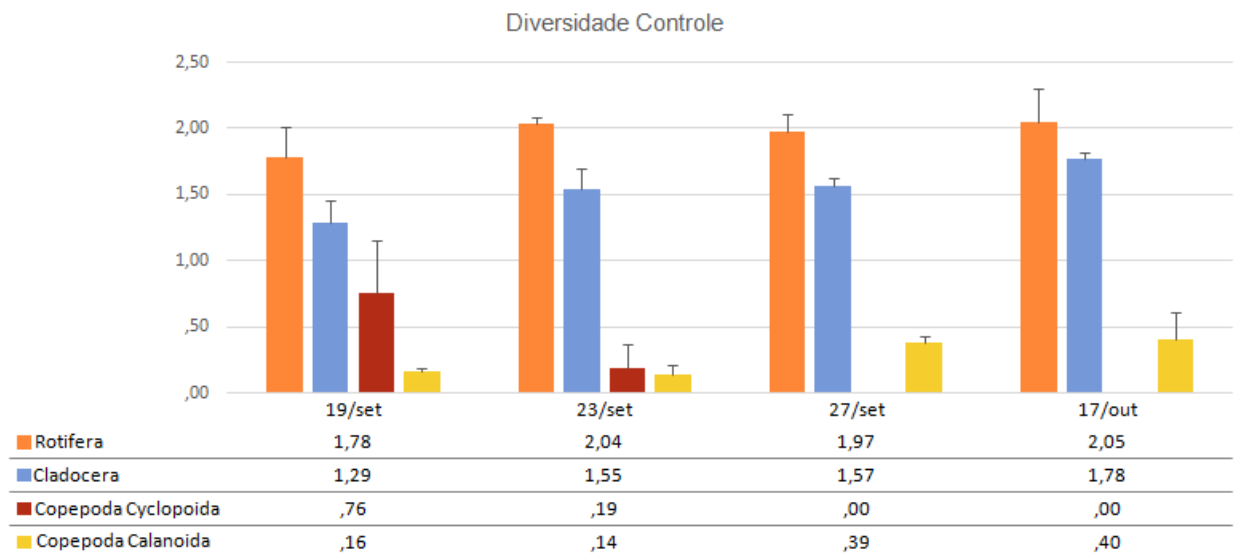


Figura 10 – Médias de diversidade de espécies ± desvios-padrão (em bits ind⁻¹) nos mesocosmos controle durante os períodos do experimento.

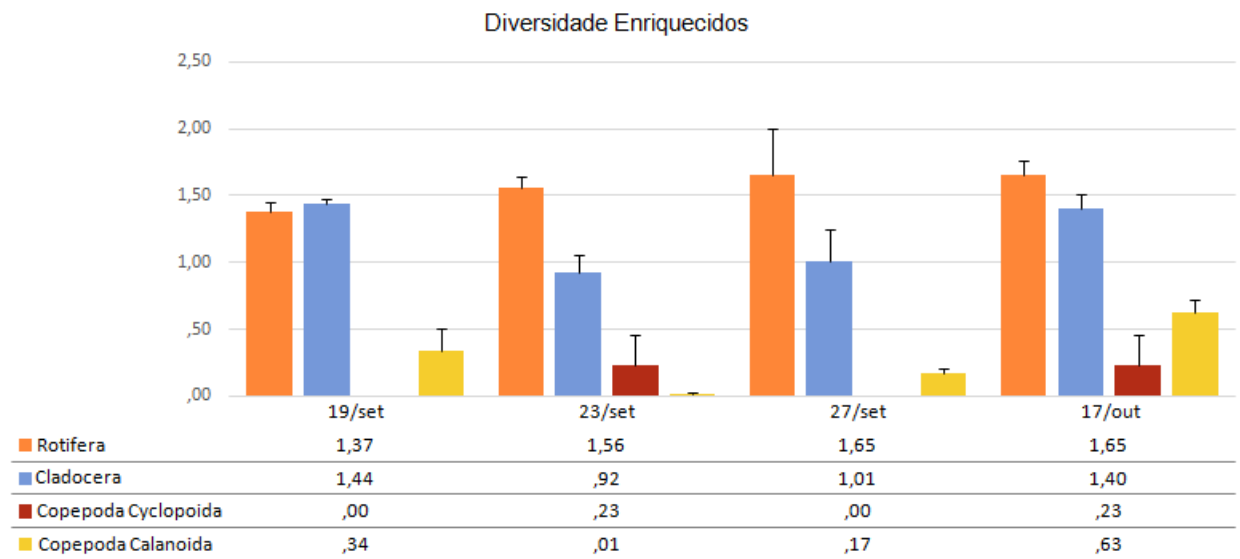


Figura 11 – Médias de diversidade de espécies $\pm$ desvios-padrão (em bits ind⁻¹) nos mesocosmos com enriquecimento durante os períodos do experimento.

Densidade da comunidade zooplanctônica

A Figura 12 mostra a variação da densidade total dos grupos constituintes da comunidade zooplanctônica durante o período do experimento. Podemos perceber que Rotifera foi o grupo de maior densidade em todos os mesocosmos (controle e com enriquecimento) e nos quatro períodos do experimento. As densidades de Cladocera e de Copepoda Calanoida e Cyclopoida variaram muito durante todo o período, sem um padrão definido nos dois tratamentos (controle e com enriquecimento).

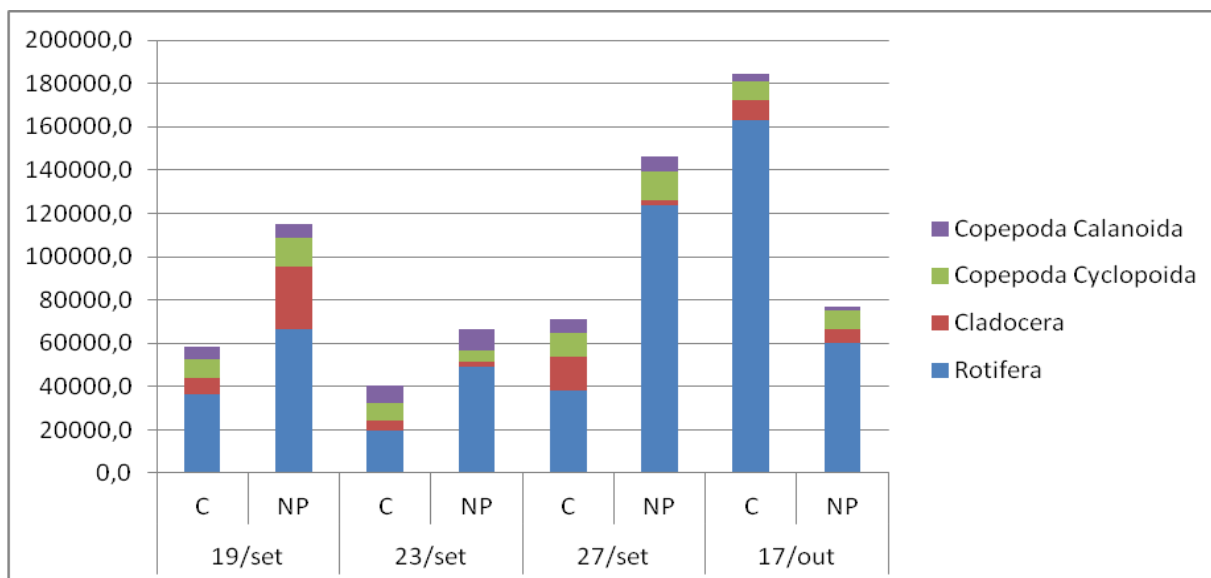


Figura 12 – Densidade média (indivíduos/m³) dos três grupos constituintes do zooplâncton durante o período do experimento (C: mesocosmos controle ; NP: mesocosmos com enriquecimento).

As Figuras 13, 14 e 15 mostram, respectivamente, as densidades de cada táxon de Rotifera, Cladocera e Copepoda durante todo o experimento, excluindo os raros e comuns (aqueles com até 50% de frequência nas amostras).

Na Figura 13, podemos perceber que houve uma diferença de densidades entre os tratamentos. Nos dois períodos de enriquecimento (19/Set e 23/Set), elevados valores de densidade de Rotifera foram encontrados, com predomínio do gênero *Polysartra*. No período pós-enriquecimento (17/Out), houve uma grande variação de densidades entre os mesocosmos em ambos os tratamentos com predominância da espécie *Gastropus stylifer* e *Asplanchna brightwellii* nos mesocosmos enriquecidos. Estas espécies tiveram grande participação na densidade total de Rotifera no mesocosmos controle em 17/Out do experimento.

Na Figura 14, podemos observar uma grande variação da densidade dos táxons do grupo Cladocera durante todo o experimento. Maiores densidades ocorreram no primeiro período de enriquecimento (19/Set) nos mesocosmos submetidos a enriquecimento. Nos períodos seguintes, uma densidade de indivíduos muito baixa foi registrada na maioria dos mesocosmos. Em todo o experimento, a espécie predominante foi *Chydorus pubescens*, seguido de *Alonella dadayi*. No período de pós-enriquecimento (17/Out), ocorreu grande

participação da densidade de *Alona glabra* na densidade total de Cladocera, em especial nos mesocosmos controle.

Na Figura 15, podemos observar uma grande variação da densidade de Copepoda durante todo o experimento, com predominância dos estágios larvais de Calanoida e Cyclopoida (nauplios e copepoditos).

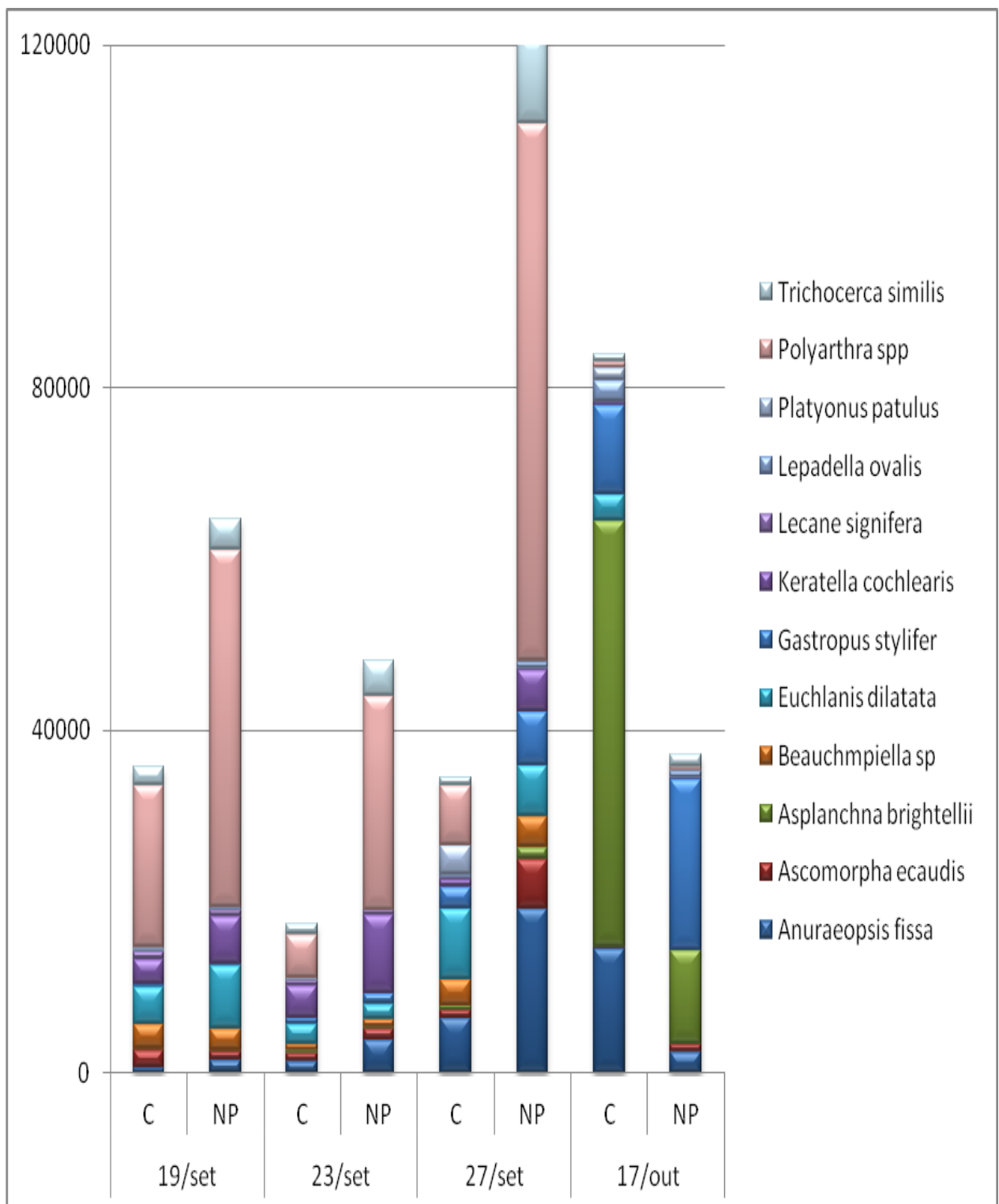


Figura 13 - Densidade (indivíduos/m³) de cada táxon de Rotífera (excluindo os comuns e raros) durante todo o período de experimento nos tratamentos controle (C) e com enriquecimento (NP).

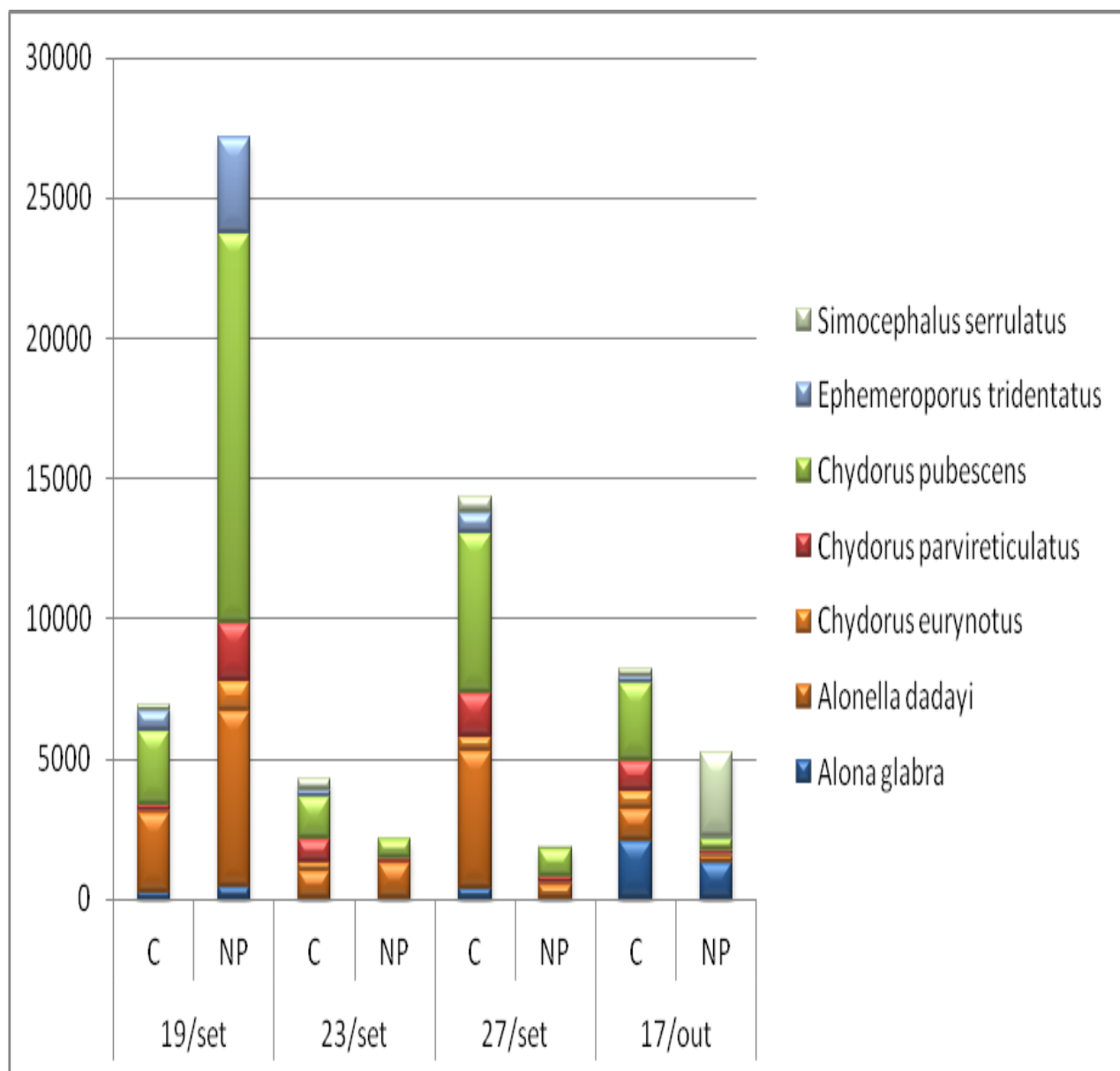


Figura 14 - Densidade (indivíduos/m³) de cada táxon de Cladocera (excluindo os comuns e raros) durante todo o período de experimento nos tratamentos controle (C) e com enriquecimento (NP).

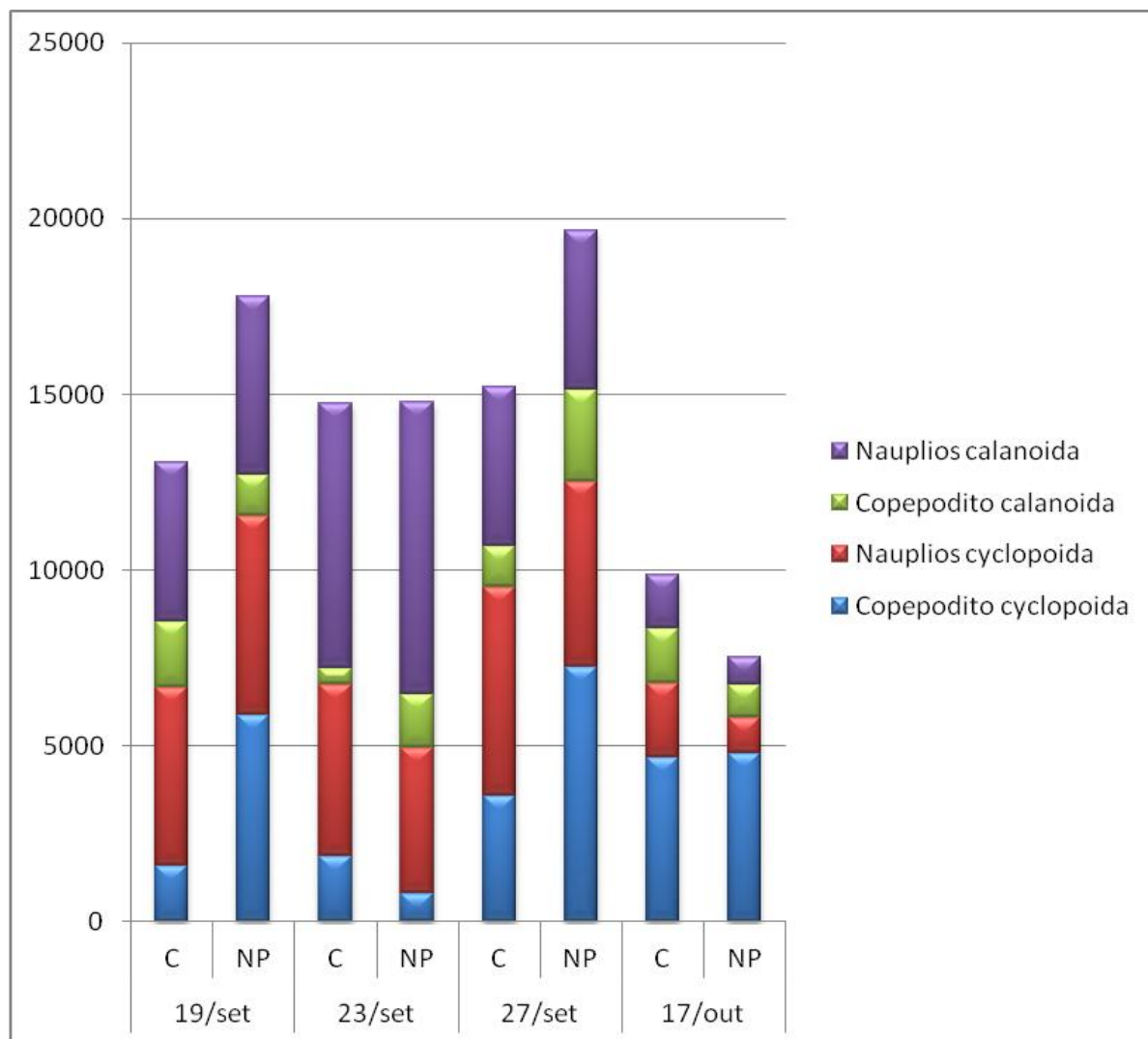


Figura 15 - Densidade (indivíduos/m³) de cada estágio de Copepoda (excluindo os comuns e raros) durante todo o período do experimento nos tratamentos controle (C) e com enriquecimento (NP).

Resultados da análise estatística

A ANOVA foi aplicada para comparar as médias de riqueza e diversidade entre os grupos (Rotifera, Cladocera, Copepoda Cyclopoida e Copepoda Calanoida) para cada tratamento (Controle e com Enriquecimento) em cada período. Após foi aplicado o teste de homogeneidade Levene e, como resultado, obtivemos que, em todos os períodos, houve diferença de riqueza e diversidade entre os tratamentos ($p < 0.05$) (Tabela 3).

O teste de comparações múltiplas das variáveis (Tamhane) entre os grupos mostrou que as riquezas diferiram entre as coletas. No dia 19/Set e 23/Set, Rotifera diferiu significativamente de Copepoda Cyclopoida e Copepoda Calanoida. Em 27/Set, houve

diferença significativa apenas entre Copepoda Cyclopoida e Copepoda Calanoida. Em 17/Out, Rotifera diferiu de todos os grupos e, Cladocera diferiu significativamente de Copepoda Cyclopoida (anexo 2).

O teste de Tamhane mostrou que, para diversidade, no período de enriquecimento (23 e 27/Set), Rotifera diferiu de Copepoda Cyclopoida e Copepoda Calanoida, assim como Cladocera. Já no período de pós-enriquecimento (17/Out), Rotifera diferiu significativamente de Copepoda Calanoida e Cladocera diferiu de Copepoda Cyclopoida (anexo 3).

O modelo linear misto foi ajustado para a riqueza, diversidade e densidade, considerando os tratamentos e os grupos componentes do zooplâncton como efeitos fixos e os períodos como efeito aleatório. A aplicação do modelo teve como objetivo verificar qual efeito (tratamentos ou períodos) é significativo para influenciar a riqueza, a diversidade e a densidade. Na Tabela 7 foram comparadas as variáveis duas a duas, entre os grupos e os períodos, comparando-se os tratamentos (C x NP). Quando o $P < 0.05$, houve diferença significativa entre as variáveis comparadas. Podemos observar que houve diferença significativa, para diversidade, entre os tratamentos, apenas para Rotifera e Copepoda Calanoida. Houve também diferença significativa comparando a diversidade entre os tratamentos (Tabela 6).

A análise de correlação de Spearman avaliou o grau de associação das variáveis bióticas e abióticas em cada período do experimento; as correlações com $P < 0.05$ foram consideradas significativas. No anexo 2, são apresentadas as correlações significativas de cada variável abiótica com, seja riqueza, densidade ou diversidade de cada grupo do zooplâncton em cada um dos quatro períodos de estudo.

Tratamentos	Variáveis	Homogeneidade	ANOVA
Controle	Riqueza 19/Set Diversidade 19/Set	0,432 0,067	0,001 0,008
	Riqueza 23/set Diversidade 23/Set	0,462 0,100	0,001 0,000
	Riqueza 27/Set Diversidade 27/Set	0,144 0,011	0,001 0,000
	Riqueza 17/Out Diversidade 17/Out	0,051 0,020	0,000 0,000
Enriquecido	Riqueza 19/Set Diversidade 19/Set	0,208 0,010	0,004 0,000
	Riqueza 23/Set Diversidade 23/Set	0,890 0,023	0,000 0,000
	Riqueza 27/Set Diversidade 27/Set	0,067 0,011	0,001 0,002
	Riqueza 17/Out Diversidade 17/Out	0,232 0,100	0,001 0,000

Tabela 2 - Teste de homogeneidade Levene e ANOVA (Quando $p < 0.05$, diferença significativa).

Tabela 3 – Resultados da aplicação do modelo linear misto para riqueza, diversidade e densidade. Quando $p < 0,05$ houve diferença significativa (em negrito). (C x NP = comparação entre tratamentos controle e submetidos a enriquecimento).

Hipótese Linear	Estimativa	Erro padrão	Z	P
Riqueza Rotífera (C x NP)	-1.8333	0.9371	-1.956	0.142
Riqueza Cladocera (C x NP)	0.6667	1.3252	0.503	0.950
Riqueza Copepoda Cyclopoida (C x NP)	1.3333	1.3252	1.006	0.660
Riqueza Copepoda Calanoida (C x NP)	2.0833	1.3252	1.572	0.297
Riqueza 19/Set (C x NP)	0.8333	2.1723	0.384	0.980
Riqueza 23/Set (C x NP)	-1.5000	3.0721	-0.488	0.955
Riqueza 27/Set (C x NP)	-2.5000	3.0721	-0.814	0.793
Riqueza 17/Out (C x NP)	-2.5833	3.0721	-0.841	0.775
Riqueza C x NP	-0.8125	0.4754	-1.709	0.087
Diversidade Rotífera (C x NP)	-0.40417	0.11836	-3.415	0.002
Diversidade Cladocera (C x NP)	0.05167	0.16739	0.309	0.991
Diversidade Copepoda Cyclopoida (C x NP)	0.28250	0.16739	1.688	0.241
Diversidade Copepoda Calanoida (C x NP)	0.42167	0.16739	2.519	0.037
Diversidade 19/Set (C x NP)	-0.21167	0.30359	-0.697	0.864
Diversidade 23/Set (C x NP)	-0.08750	0.42935	-0.204	0.998
Diversidade 27/Set (C x NP)	-0.06167	0.42935	-0.144	1.000
Diversidade 17/Out (C x NP)	0.13500	0.42935	0.314	0.990
Diversidade C x NP	-0.21521	0.06182	-3.481	0.0004
Densidade Rotífera C x NP	10517	12739	0.826	0.786
Densidade Cladocera C x NP	-9783	18015	-0.543	0.936
Densidade Copepoda Cyclopoida C x NP	-9967	18015	-0.553	0.932
Densidade Copepoda Calanoida C x NP	-9550	18015	-0.530	0.941
Densidade 19/Set C x NP	14150	16088	0.880	0.749
Densidade 23/Set C x NP	-7583	22751	-0.333	0.988
Densidade 27/Set C x NP	4733	22751	-0.208	0.998
Densidade 17/Out C x NP	-40983	22751	-1.801	0.195

A ACP foi feita para cada período do experimento, sendo que em 19/set o componente 1 teve variância acumulada de 57,619% e o componente 2, 74,839%. Em 23/set o componente 1 e 2 explicaram, respectivamente, 61,729 % e 82,059% das correspondências entre as variáveis. Em 27/set o componente 1 foi de 67,669% e o componente 2, 82,027%. Já no período de pós-enriquecimento, 17/out os componentes apresentaram, respectivamente, 57,417% e 79,141%. Podemos observar que no período de

enriquecimento houve uma maior associação das variáveis bióticas, principalmente no componente 1, sendo que o dia 19/Set foi associado à MP, PT, PDT, PO4, PDT+PO4, NT, CO2, NH4, NO3, NO2, DIN, Alcalinidade, pH e Condutividade ; em 23/Set associado à CV, MP, PT, PDT, PO4, PDT+PO4, RS, Silicato, pH, NO2, NT, NO3, DIN , NP e Alcalinidade; 27/Set associado à RS, MP, PT, PDT, PDT+PO4, NT, NO3, NO2, DIN, NP, Silicato, pH, Condutividade e OD. No período de pós enriquecimento, as variáveis associadas foram PT, PDT, PO4, PDT+PO4, Silicato, NT, NH4, NO2, DIN, NP, CO2, RS, Alcalinidade, Condutividade e Clorofila a(Figura 16).

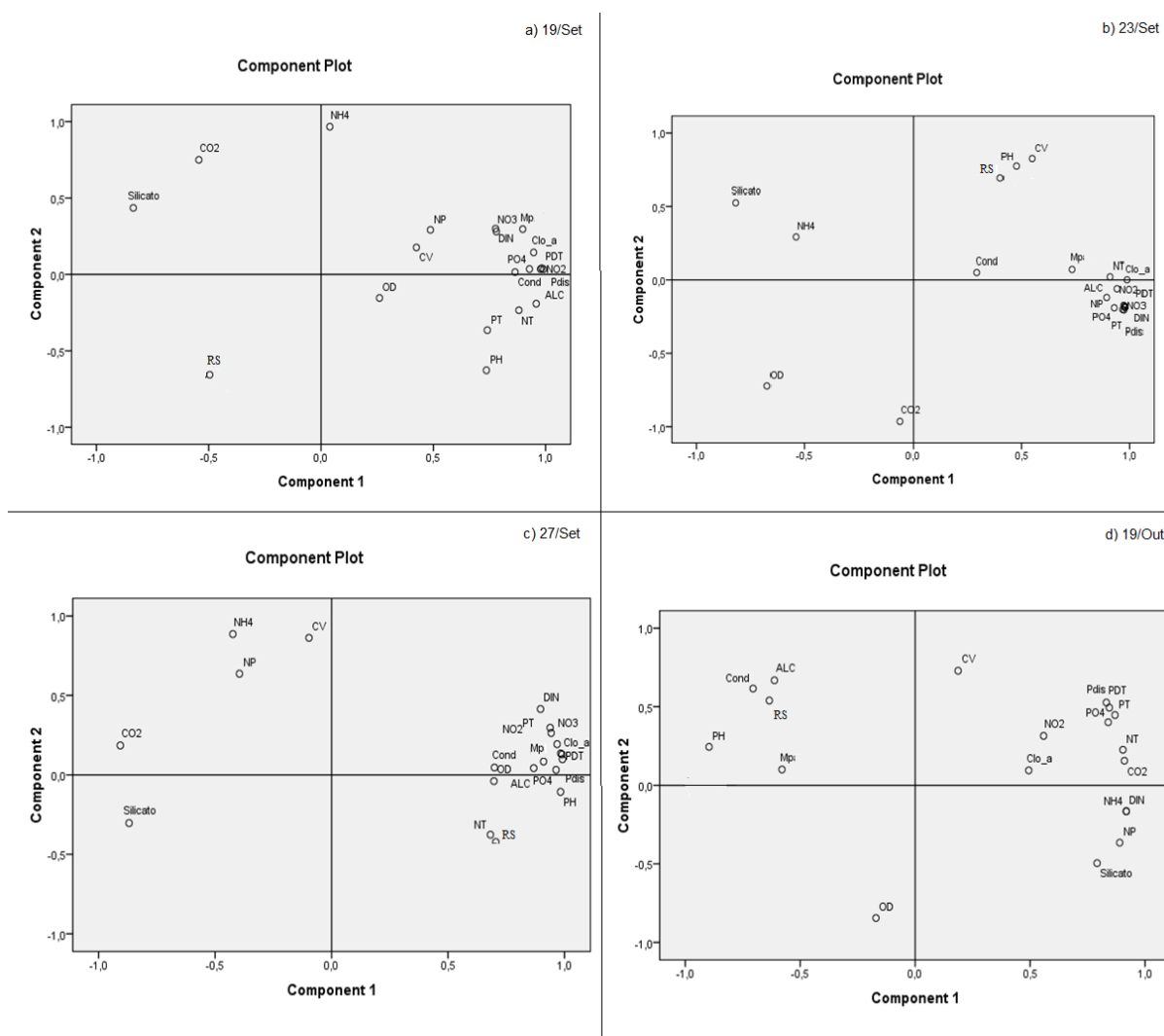


Figura 16 – Análise de componentes principais (ACP) mostrada nos gráficos a, b, c e d, para 19/Set, 23/Set, 27/Set e 19/Out, respectivamente.

Após a realização da ACP, foi feito um teste t para amostras independentes, onde foram comparadas as médias das variáveis transformadas por meio das componentes entre os tratamentos para mostrar as variáveis que apresentam diferenças significativas entre os tratamentos.

Após a ACP, foi realizada a Análise Canônica de Correspondência, que assim como a ACP, também é dividida em componentes, sendo que até o Componente 4 obteve uma acumulação de variação que explica até 50% das comparações. Mostrou diferenças significativas para as variáveis abióticas: Radiação solar ($p = 0.01$), Alcalinidade ($p=0.01$), Cobertura Vegetal ($p=0.02$) e Nitrogênio Total ($p=0.01$) nos componentes 1 e 2 correlacionados, e explicam a ocorrência, das espécies *Asplanchna brightwellii*, *Euchlanis dilatata*, *Gastropus stylifer*, *Keratella cochlearis*, *Lecane signifera*, *Lepadella ovalis*, *Trichocerca similis*, *Alona glabra*, *Chydorus eurynotus*, *Ephemeroporus tridentatus* e *Simocephalus serrulatus*, em todos os tratamentos e coletas (Figura 17). A figura 18 apresenta a ACC para os mesocosmos controle no período de enriquecimento (19/Set a 27/Set), onde as variáveis abióticas significativas foram: Cobertura Vegetal e Material Particulado, e explicam a ocorrências das espécies: *Anuraeopsis fissa*, *Asplanchna brightwellii*, *Beauchampiella sp*, *Lepadella ovalis*, *Platyonus patulus*, *Polyarthra spp*, *Alona glabra*, *Chydorus eurynotus* e *Ephemeroporus tridentatus*. A figura 19 apresenta a ACC para os mesocosmos enriquecidos no período de enriquecimento, onde as variáveis abióticas significativas foram: Alcalinidade e Silicato, que melhor explicam a ocorrências das espécies: *Anuraeopsis fissa*, *Asplanchna brightwellii*, *Gastropus stylifer*, *Lepadella ovalis*, *Platyonus patulus*, *Alonella dadayi*, *Chydorus eurynotus*, *Chydorus pubescens*, *Ephemeroporus tridentatus* e Copepoditos.

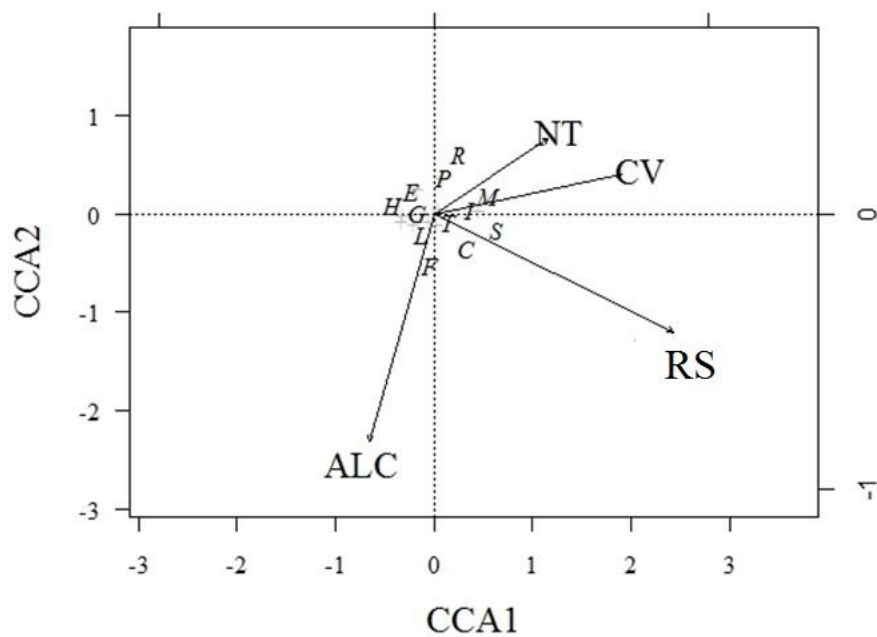


Figura 17. Análise Canônica de Correspondência mostrando as variáveis abióticas (ALC: Alcalinidade, RS: Radiação Solar, CV: Cobertura vegetal e NT: Nitrogênio Total) que melhor explicam a ocorrência das espécies (C: *Asplanchna brightwellii*, E: *Euchlanis dilatata*, F: *Gastropus stylifer*, G: *Keratella cochlearis*, H: *Lecane signifera*, I: *Lepadella ovalis*, L: *Trichocerca similis*, M: *Alona glabra*, P: *Chydorus eurynotus*, R: *Ephemeroporus tridentatus* e S: *Simocephalus serrulatus*) em todo o período experimental.

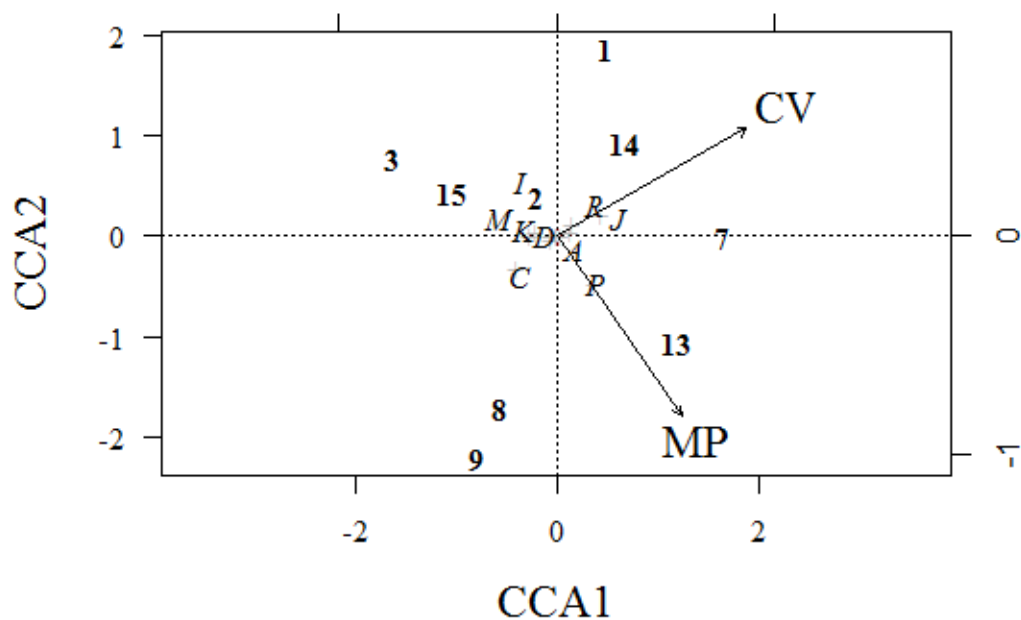


Figura 18. Análise Canônica de Correspondência mostrando as variáveis abióticas (CV: Cobertura Vegetal, MP: Material Particulado) que melhor explicam a ocorrência das espécies (A: *Anuraeopsis fissa*, C: *Asplanchna brightwellii*, D: *Beauchampiella* sp., I: *Lepadella ovalis*, J: *Platyonus patulus*, K: *Polyarthra* spp, M: *Alona glabra*, P: *Chydorus eurynotus*, R: *Ephemeroporus tridentatus*) para os mesocosmos controle durante o período de enriquecimento.

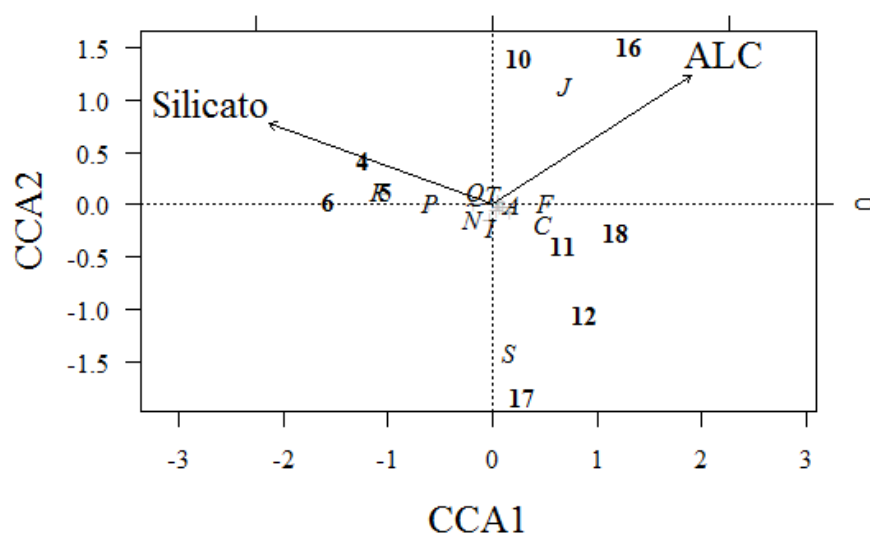


Figura 19. Análise Canônica de Correspondência mostrando as variáveis abióticas (ALC: Alcalinidade e Silicato) que melhor explicam a ocorrência das espécies (A: *Anuraeopsis fissa*, C: *Asplanchna brightwellii*, F: *Gastropus stylifer*, I: *Lepadella ovalis*, J: *Platyonus patulus*, N: *Alonella dadayi*, P: *Chydorus eurynotus*, Q: *Chydorus pubescens*, R: *Ephemeroporus tridentatus* e T: Copepoditos) para os mesocosmos enriquecidos durante o período de enriquecimento.

A análise de correspondência destendenciada foi feita para avaliar as espécies associadas a cada tratamento no período de enriquecimento (Figura 20) e no período de pós enriquecimento (Figura 21). Na figura 20, as espécies mais associadas ao tratamento controle, no período de enriquecimento, são *Alona glabra*, *Lepadella ovalis*, *Chydorus eurynotus* e *Chydorus parvireticulatus*. E, as espécies mais associadas ao tratamento enriquecido, no período de enriquecimento, são *Platyonus patulus* e *Simocephalus serrulatus*.

Já na figura 21, as espécies mais associadas aos mesocosmos controle, no período pós-enriquecimento, foram *Ascomorpha ecaudis*, *Trichocerca similis*, *Ephemeroporus tridentatus*, *Polyarthra spp*, *Lepadella ovalis*, *Euchlanis dilatata*, *Beauchampiella sp* e *Gastropus stylifer*. E, as espécies mais associadas aos mesocosmos enriquecidos, no período de pós-enriquecimento, foram *Beauchampiella spp*, *Ascomorpha ecaudis*, *Alona glabra*, *Ephemeroporus tridentatus* e *Chydorus parvireticulatus*.

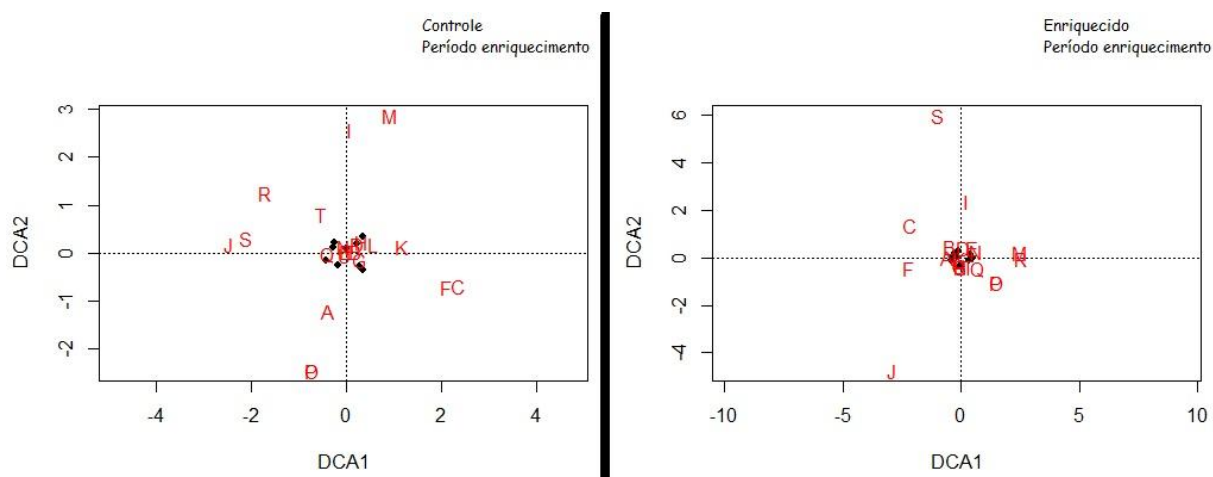


Figura 20 - Análise de correspondência destendenciada. À esquerda DCA correspondente ao tratamento controle e, à direita, o tratamento com enriquecimento; para o período de enriquecimento (19 a 27/Set). Os pontos representam as coletas, e as letras representam as espécies frequentes e constantes (A= *Anuraeopsis fissa*, B= *Ascomorpha ecaudis*, C= *Asplanchna brightwellii*, D= *Beauchampiella sp*, E= *Euchlanis dilatata*, F= *Gastropus stylifer*, G= *Keratella cochlearis*, H= *Lecane signifera*, I= *Lepadella ovalis*, J= *Platyonus patulus*, K= *Polyarthra spp*, L= *Trichocerca similis*, M= *Alona glabra*, N= *Alonella dadayi*, O= *Chydorus eurynotus*, P= *Chydorus parvireticulatus*, Q= *Chydorus pubescens*, R= *Ephemeroporus tridentatus*, S= *Simocephalus serrulatus*, T= Copepoditos, U= Nauplios).

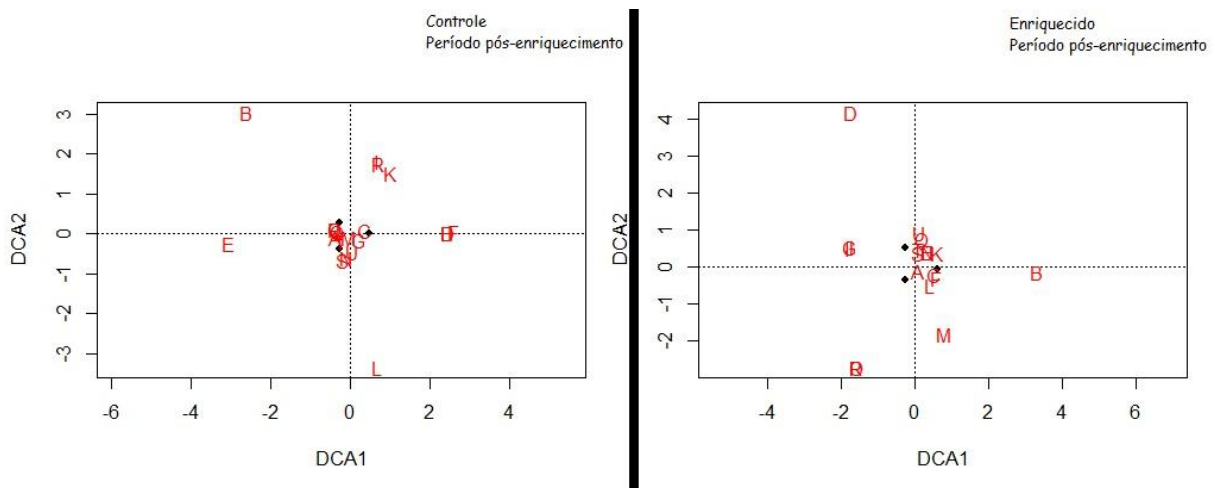


Figura 21 - Análise de correspondência destendenciada. À esquerda DCA correspondente ao tratamento controle e, à direita, o tratamento com enriquecimento; para o período pós enriquecimento (28/Set a 17/Out). Os pontos representam as coletas, e as letras representam as espécies frequentes e constantes (A= *Anuraeopsis fissa*, B= *Ascomorpha ecaudis*, C= *Asplanchna brightwellii*, D= *Beauchampiella* sp, E= *Euchlanis dilatata*, F= *Gastropus stylifer*, G= *Keratella cochlearis*, H= *Lecane signifera*, I= *Lepadella ovalis*, J= *Platyonus patulus*, K= *Polyarthra* spp, L= *Trichocerca similis*, M= *Alona glabra*, N= *Alonella dadayi*, O= *Chydorus eurynotus*, P= *Chydorus parvireticulatus*, Q= *Chydorus pubescens*, R= *Ephemeroporus tridentatus*, S= *Simocephalus serrulatus*, T= Copepoditos, U= Nauplios).

Discussão

A estrutura da comunidade zooplanctônica é fortemente influenciada - nos padrões de riqueza, diversidade e abundância de espécies - pela presença e abundância de macrófitas aquáticas (THOMAZ & BINI, 2003). Isto pode ser corroborado pela cobertura vegetal (C.V.) dentro dos mesocosmos, índice da densidade das plantas aquáticas, que, em 23/set apresentou correlação positiva com riqueza Copepoda Calanoida ($r= 0.828$ e $p= 0,042$) e densidade de Cladocera ($r= 0,812$ e $p= 0.05$) e, no período de pós-enriquecimento (17/out), mostrou uma correlação positiva com a riqueza de Copepoda Calanoida ($r=0,892$ e $p=0,017$) e com a densidade de Copepoda Cyclopoida ($r=0,812$ e $p= 0,05$).

A abundância do gênero *Polyarthra* nos períodos de enriquecimento e de *Gastropus* no período pós-enriquecimento deve estar relacionada com o hábito alimentar herbívoro raptorial de ambos, pois capturam seu alimento ativamente, sendo relacionada diretamente com a alta concentração de material particulado em todo experimento.

A dominância do grupo Rotifera em ecossistemas aquáticos em relação aos demais grupos do zooplâncton, independente do nível de trofia do ambiente, já foi relatada em trabalhos anteriores. Matsumura-Tundisi e Tundisi (1976) observaram dominância de Rotifera (78% do zooplâncton total) durante todo o ano em um reservatório oligotrófico (Represa do Lobo, SP). Sendacz *et al.* (1985) estudaram 17 reservatórios do estado de São Paulo (muitos submetidos a eutrofização artificial) e obtiveram dominância de Rotifera no zooplâncton total (sem protozoários), sendo verificada maior densidade nos reservatórios com predominância de microfitoplâncton.

Rotifera foi o grupo que apresentou maior riqueza e densidade, independente do tratamento, o que é corroborado pelo trabalho de Rocha *et al.* (1995), que afirmam que os reservatórios brasileiros são dominados por Rotifera em termos de densidade e riqueza de espécies. O aumento da densidade de Rotifera pode ser correlacionado com a redução da taxa de mortalidade desse grupo, devido à ausência de crustáceos predadores (ADRIAN, 1991). Também pode ser explicado pela alta capacidade de colonização deste grupo em diferentes habitats (BONECKER *et al.*, 1994).

Cladocera e Rotifera foram os grupos que apresentaram maior riqueza e diversidade, independente do tratamento. Isto se deve às macrófitas e outras plantas, que permitem uma maior heterogeneidade espacial no meio ambiente, resultando na disponibilidade de mais nichos (ENRIQUEZ GARCÍA *et al.*, 2003). Segundo Bernardi *et al.* (1987) e Lansac-Tôha *et al.* (1997), grandes cladóceros dominam quando a predação é baixa. Quando os níveis de predação são elevados e, dominam rotíferos e pequenos cladóceros (ex. Chydoridae e Macrothricidae), o que também ocorreu neste trabalho, com muitos cladóceros pequenos da família Chydoridae.

A razão N:P ótima no verão na Lagoa das Ninféias, referida em trabalhos anteriores (FERMINO *et al.*, 2011; FONSECA & BICUDO, 2011), é de 20, e a disponibilidade máxima de PT é 40µg/L. A concentração de fósforo total nos mesocosmos com enriquecimento foi

mais alta em 19/Set e 23/Set e nos mesocosmos controle em 27/Set. A quantidade de ortofosfato foi mais elevada nos mesocosmos submetidos a enriquecimento do que nos controles, indicando que a concentração adicionada foi maior que a absorção e que sua precipitação para o sedimento ocorreu. A concentração de Clorofila *a* foi maior nos mesocosmos com enriquecimento, e apresentou relação positiva com as formas de fósforo (PDT e PO₄), o que sugere que houve uma limitação por fósforo. O mesmo é observado no trabalho de Kozlowsky-Suzuki e Bozelli (2002).

Em um processo de eutrofização artificial ocorre um aumento na concentração de fosfato, o que leva, inicialmente, a um aumento na riqueza de espécies e na densidade de indivíduos, gerado pelo aumento da produção de fitoplâncton, que aumenta a produtividade primária do local (ESTEVES, 2011). Segundo Dodson *et al.* (2000), a riqueza de espécies da maioria dos táxons, provavelmente, diminuirá à medida que os lagos se tornem eutróficos. Sendo assim, a partir de certo nível de nutrientes, a riqueza de espécies se correlaciona negativamente com fósforo, nitrogênio e clorofila *a* (SONDERGAARD *et al.*, 2010; ALAHUTA *et al.*, 2012). No nosso experimento, isto pode ser corroborado pelas correlações de Spearman visto que a riqueza de Cladocera e Copepoda Cyclopoida foi correlacionada positivamente, na primeira coleta, com PDT, DIN e NP; nos dias 27/Set e 17/Out, quando o nível de eutrofização estava mais alto, a riqueza de Cladocera e Copepoda Calanoida teve uma correlação negativa com PDT, P-PO₄ e PO₄.

Comparando a composição de espécies, o modelo linear misto demonstrou diferença significativa na diversidade das espécies entre os tratamentos, e obtivemos aumento na densidade dos táxons, o que é corroborado pelos trabalhos de Leibold *et al.* (1997), Conttingham & Carpenter (1998), Dodson *et al.* (2000), Yoshida *et al.* (2003), onde o enriquecimento levou a mudanças na composição (diminuição da diversidade e aumento da abundância relativa) das espécies zooplânctônicas. O que é corroborado também pela DCA e ACC, onde podemos observar que, no período de enriquecimento, as espécies mais

associadas a cada tratamento são distintas, tendo então uma composição de espécies modificada pelo enriquecimento.

Na ACC feita para o período de enriquecimento, podemos verificar que as espécies associadas aos mesocosmos controle também foram associadas com os menores valores de cobertura vegetal e material particulado; diferente dos mesocosmos enriquecidos, onde as espécies foram associadas aos maiores valores de alcalinidade e menores valores de silicato.

Para verificar a resiliência da comunidade zooplanctônica no período de pós-enriquecimento, nós comparamos os valores obtidos nas coletas dos mesocosmos controles, durante o período de enriquecimento, com os mesocosmos enriquecidos, durante o período de pós-enriquecimento. Comparando os valores de PT e Clorofila a, obtivemos valores similares entre os mesocosmos comparados; o mesmo ocorre para a riqueza e diversidade. Já os valores de NT e densidade foram maiores nos mesocosmos do período de pós-enriquecimento, o que corrobora com o crescimento populacional durante este período. O que, segundo Boulton & Lake (1992), Lake (2000; 2003) e Angeler & Moreno (2007), nos leva a crer que houve uma resiliência da comunidade zooplanctônica, já que esta voltou a um padrão esperado. Corroborado também pela DCA feita para o período de pós-enriquecimento, onde podemos verificar que a composição de espécies foi similar.

Podemos concluir que o enriquecimento levou a mudanças na diversidade e composição de espécies da comunidade zooplanctônica; e que a mesma tem alta capacidade de resiliência, voltando ao seu estado normal.

Referências

ADRIAN, R. Filtering and feeding rates of Cyclopoid copepods feeding on phytoplankton. **Hydrobiology**, v. 210, p. 217-233, 1991.

- ALAHUHTA, J.; KANNINEN, A.; VUORI, K. M. Response of macrophyte communities and status metrics to natural gradients and land use in boreal lakes. **Aquatic Botany**, v. 103, p. 106–114, 2012.
- ANGELER, D. G.; MORENO, J. M. Zooplankton community resilience after press-type anthropogenic stress in temporary ponds. **Ecological Applications**, v. 17, p. 1105-1115, 2007.
- BARKER, T.; HATTON, K.; O'CONNOR M.; CONNOR, L.; MOSS, B. Effects of nitrate load on submerged plant biomass and species richness: results of a mesocosm experiment. **Fundamental and Applied Limnology Archiv für Hydrobiologie**, v. 173, p. 89-100, 2008.
- BAYLEY, S. E.; PRATHER, C. M. Do wetland lakes exhibit alternative stable states? Submersed aquatic vegetation and chlorophyll in western boreal shallow lakes. **Limnology and Oceanography**, v. 48, p. 2335-2345, 2003.
- BERNARDI, R.; GIUSSANI, G.; MANCA, M. Cladocera: predators and prey. **Hydrobiologia**, v. 145, p. 225-243, 1987.
- BERNOT, M. J.; DODDS, W. K. Nitrogen retention, removal, and saturation in lotic ecosystems. **Ecosystems**, v. 8, p. 442–453, 2005.
- BICUDO, C. E. M.; CARMO, C. F.; BICUDO, D. C.; HENRY, R.; PIAO, A. C. S.; SANTOS, C. M.; LOPES, M. R. M. Morfologia e morfometria de três reservatórios do PEFI. In: BICUDO, D. C.; FORTI, M. C.; BICUDO, C. E. M. (Ed.). **Parque Estadual das Fontes do Ipiranga: unidade de conservação ameaçada pela urbanização de São Paulo**: Editora Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2002. p. 141-158.
- BOULTON, A. J.; LAKE, P. S. The ecology of two intermittent streams in Victoria, Australia. III. Temporal changes in faunal composition. **Freshwater Biology**, v. 27, p. 123-128, 1992.
- BONECKER, C. C.; LANSAC-TÔHA, F. A.; STAUB, A. Quantitative study of rotifers in different environments of the high Paraná River floodplain (MS) – Brazil. **Revista UNIMAR**, v. 16, supl. 3, p. 1-16, 1994.

- CASTEL, J.; CAUMETTE, P.; HERBERT, R. Eutrophication gradients in coastal lagoons as exemplified by the Bassin d'Arcachon and the Étang du Prévost. **Hydrobiologia**, v. 329, p. 9-28, 1996.
- CONDE-PORCUNA, J. M.; RAMOS-RODRÍGUEZ, E.; PÉREZ-MARTINEZ, C. Correlations between nutrient concentrations and zooplankton populations in a mesotrophic reservoir. **Freshwater Biology**, v. 47, p. 1463-1473, 2002.
- COTTINGHAM, K. L.; CARPENTER, S. R. Population, community, and ecosystem variates as ecological indicators: phytoplankton responses to whole-lake enrichment. **Ecological Applications**, v. 8, p. 508-530, 1998.
- DABÉS, M. B. G. S. Composição e descrição do zooplâncton de 5 (cinco) lagoas marginais do Rio São Francisco , Pirapora / Três Marias / Minas Gerais / Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 55, p. 831-845, 1995.
- DECLERCK, S. A. J.; BAKKER, E. S.; VAN LITH, B.; KERSBERGEN, A.; VAN DONK, E. Effects of nutrient additions and macrophyte composition on invertebrate community assembly and diversity in experimental ponds. **Basic and Applied Ecology**, v. 12, p. 466-475, 2011.
- DE MELO, R.; HEVERT, P. D. N. A taxonomic reevaluation of North American Bosminidae. **Canadian Journal of Zoology**, v. 72, p. 1808-1825, 1994.
- DUMMONT, H. J.; ROCHA, O.; TUNDISI, J. G. The impact of predation in structuring zooplankton communities with emphasis on some lakes in Brazil. In: SEMINARIO INTERNACIONAL DEL ÁGUA, 1994, Montevideo. **Proceedings...** Montevideo, 1994. p. 11-43.
- DODSON, S. I.; ARNOTT, S. E.; COTTINGHAM, K. L. The relationship in lake communities between primary productivity and species richness. **Ecology**, v. 81, p. 2662 -2679, 2000.

ELMOOR-LOUREIRO, L. M. A. **Manual de identificação de Cladoceras límnicos do Brasil**. Brasília: Universa, 1997. 156 p.

ENRÍQUEZ GARCÍA, C.; NANDINI, S.; SARMA, S. S. S. Food type effects on the population growth patterns of littoral rotifers and cladoceran. **Acta Hydrochimica et Hydrobiologica**, v. 31, p. 120-133, 2003.

ESTEVES, F. A. **Fundamento de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. 826 p.

FARIA, B. M. **Metabolismo e crises distróficas na laguna da Barra, Maricá, RJ**. 1993. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 1993.

FERMINO, S. F.; BICUDO, C. E. M.; BICUDO, D. C. Seasonal influence of nitrogen and phosphorus enrichment on the floristic composition of the algal periphytic community in a shallow tropical, mesotrophic reservoir (São Paulo, Brazil). **Oecologia Australis**, v. 15, p. 476-493, 2011.

FONSECA, B. M.; BICUDO, C. E. M. Phytoplankton seasonal and vertical variations in a tropical shallow reservoir with abundant macrophytes (Ninféias Pond, Brazil). **Hydrobiologia**, v. 665, p. 229-245, 2011.

FORREST, J.; ARNOTT, S. E. Immigration and zooplankton community responses to nutrient enrichment: a mesocosm experiment. **Oecologia**, v. 150, p. 119-131, 2006.

GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S. **Methods for chemical analysis of freshwaters**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1971. 213 p.

GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S.; OHMSTAD, M. A. M. **Methods for physical and chemical analysis of freshwaters**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1978. 213 p.

JEPPESEN, E.; JENS, P. J.; SONDERGAARD, M.; LAURIDSEN, T.; PEDERSEN, L. J.; JENSEN, L. Top-down control in freshwater lakes: the role of nutrient state, submerged macrophytes and water depth. **Hydrobiologia**, v. 342/343, p. 151-164, 1997.

JERSABEK, C. D.; SEGERS, H.; MORRIS, P. J. An illustrated online catalog of the Rotifera in the Academy of Natural Sciences of Philadelphia (version 1.0: 2003-April-8). Disponível em: <<http://rotifer.ansp.org/rotifer.php>>. Acesso em: 12 nov. 2016.

KIEFER, D. A. Fluorescence properties of natural phytoplankton populations. **Marine Biology**, v. 22, p. 263-269, 1973.

KJERFVE, B. Coastal lagoons. In: KJERFVE, B. (Ed.). **Coastal lagoon processes**. Amsterdam: Elsevier Science, 1994. p. 1-8.

KOSTE, W. **Rotatoria die radertieremitteleuropas, Ubeiordnung Monogonota. Hydrobiologia**. Berlim: Gebriider Bormtrager, 1978.

KOTOV, A. A. A revision of *Leydigia* Kurz, 1875 (Anomopoda, Cladocera, Branchiopoda), and subgeneric differentiation within the genus. **Zootaxa**, n. 2082, p. 1-84, 2009.

KOZLOWSKY-SUZUKI, B.; BOZELLI, R. L. Experimental evidence of the effect of nutrient enrichment on the zooplankton in a Brazilian coastal lagoon. **Brazilian Journal of Biology**, v. 62, n. 4B, p. 835-846, 2002.

LAKE, P. S. Disturbance, patchiness and diversity in streams. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 19, p. 573–592, 2000.

LAKE, P. S. Ecological effects by drought in flowing waters. **Freshwater Biology**, v. 48, p. 1161–1172, 2003.

LANSAC-TÔHA, F. A.; BONECKER, C. C.; VELHO, L. F. M.; LIMA, A. F. Composição, distribuição e abundância da comunidade zooplanctônica. In: VAZZOLER, A. E. A. M.;

- AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. (Ed.). **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá: EDUEM, 1997. cap. 2, p. 117-155.
- LEIBOLD, M. A.; CHASE, J. M.; SHURIN, J. B.; DOWNING, A. L. Species turnover and the regulation of trophic structure. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 28, p. 467–494, 1997.
- LEWIS JR., W. M.; WURTSBAUGH, W. A.; PAERL, H. W. Rationale for control of anthropogenic nitrogen and phosphorus to reduce eutrophication of inland waters. **Environmental Science & Technology**, v. 45, p. 10300–10305, 2011.
- MACKERETH, F. J. H.; HERON, J.; TALLING, J. F. **Water analysis: some revised methods for limnologists**. Kendall: Titus Wilson and Son, Kendall, 1978.
- MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J. G. Plankton studies in a lacustrine environment. **Oecologia**, v. 25, n. 3, p. 265-270, 1976.
- MALLEY, D. F.; CHANG, P. S. S.; SCHINDLER, D. W. **Decline of zooplankton populations following eutrophication of Lake 227, experimental lakes area, Ontario: 1969–1974**. Winnipeg: Central and Arctic Region Department of Fisheries and Oceans, 1988. (Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences).
- MEERHOFF, M.; IGLESIAS, C.; DE MELLO, F. T.; CLEMENTE, J. M.; JENSEN, E.; LAURIDSEN, T. L.; JEPPESEN, E. Effects of habitat complexity on community structure and predator avoidance behaviour of littoral zooplankton in temperate versus subtropical shallow lakes. **Freshwater Biology**, v. 52, p. 1009–1021, 2007.
- ROCHA, O. **Flutuação sazonal e distribuição da população de *Diaptomus furcatus*, Sars (Copepoda Calanoida) na Represa do Lobo ("Broa"), São Carlos, SP**. 1978. 147 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos-UFSCAR, São Carlos, 1978. .
- ROCHA, O.; SENDACZ, S.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Composition, biomass and productivity of zooplankton in natural lakes and reservoirs in Brazil. In: TUNDISI, J. G.;

- BICUDO, C. E. M.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limology in Brazil**. Rio de Janeiro: ABC/SBL, 1995. p.151-166.
- SARTORY, D. P.; GROBBELAAR, J. U. Extraction of chlorophyll a from freshwater phytoplankton for spectrophotometric analysis. **Hydrobiologia**, v. 114, p. 177-187, 1984.
- SCHEFFER, M.; VAN NES, E. H. Shallow lakes theory revisited: various alternative regimes driven by climate, nutrients, depth and lake size. **Hydrobiologia**, v. 584, p. 455–466, 2007.
- SCHEFFER, M.; HOSPER, S. H.; MEIJER, M. L.; MOSS, B.; JEPPESEN, E. Alternative equilibria in shallow lakes. **Tree**, v. 8, p. 275–279, 1993.
- SCHINDLER, D. W. Eutrophication and recovery in experimental lakes: implications for lake management. **Science**, v. 184, p. 897–899, 1974.
- SCHRIVER, P.; BØGESTRAND, J.; JEPPESEN, E.; SØNDERGAARD, M. Impact of submerged macrophytes on fish-zooplankton interactions: large-scale enclosure experiments in a shallow eutrophic lake. **Freshwater Biology**, v. 33, n. 2, p. 255-270, 1995.
- SEGERS, H. Annotated checklist of the rotifers (Phylum Rotifera), with notes on nomenclature, taxonomy and distribution. **Zootaxa**, n. 1564, p. 1-104, 2007.
- SEITZINGER, S.; HARRISON, J. A.; BEOHLKE, J.; BOUWMAN, A.; LOWRANCE, R.; PETERSON, B.; TOBIAS, C.; VAN DRECHT, G. Denitrification across landscapes and waterscapes: a synthesis. **Ecological Applications**, v. 16, p. 2064–2090, 2006.
- SENDACZ, S.; KUBO, E.; CESTAROLLI, M. A. Limnologia de reservatórios do sudeste do Estado de São Paulo, Brasil. VIII Zooplâncton. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 12, n. 1, p. 187-207, 1985.
- SINEV, A. Y.; ELMOOR-LOUREIRO, L. M. A. Three new species of chydoridcladocerans of subfamily Aloninae (Branchipoda: Anomopoda: Chydoridae) from Brazil. **Zootaxa**, n. 2390, p. 1–25, 2010.

SMIRNOV, N. N. A revision of the genus *Camptocercus* (Anomopoda, Chydoridae, Aloninae). **Hydrobiologia**, v. 386, p. 63-83, 1998.

SOLORZANO, L. Determination of ammonia in natural waters by the phenolhypochlorite method. **Limnology and Oceanography**, v. 14, p. 799-801, 1969.

SØNDERGAARD, M.; JOHANSSON, L. S.; LAURIDSEN, L.; JØRGENSEN, T. B.; LIBORIUSSEN, L.; JEPPESEN, E. Submerged macrophytes as indicators of ecological quality of lakes. **Freshwater Biology**, v. 55, p. 893–908, 2010.

STRICKLAND, J. D. H.; PARSONS, T. R. A manual of seawater analysis. **Bulletin Fisheries Research Board of Canada**, v. 125, p. 1-185, 1960.

SUZUKI, M. S. **Abertura da barra da lagoa de Grussaí, São João da Barra, RJ**: aspectos hidroquímicos, dinâmica da comunidade fitoplanctônica e metabolismo. 1997. 124 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, 1997.

THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: Editora da Universidade Estadual de Maringá, 2003.

WETZEL, R. G. Attached algal-substrata interactions: fact or myth, and when and how? **Developments in Hidrobiology**, v. 17, p. 207-215, 1983.

YOSHIDA, T.; URABE, J.; ELSER, J. J. Assessment of “top–down” and “bottom–up” forces as determinants of rotifer distribution among lakes in Ontario, Canada. **Ecological Research**, v. 18, p. 639–650, 2003.

Anexo 1. Lista de táxons de Rotifera, Cladocera e Copepoda (x = presença das espécies em cada mesocosmos durante o período do experimento; C = mesocosmo controle e NP = mesocosmo enriquecido. Freq. = Frequência dos táxons durante o experimento) .

Táxons		19/Set						23/Set						27/Set						17/Out						Freq.
		C	C	C	NP	NP	NP	C	C	C	NP	NP	NP	C	C	C	NP	NP	NP	C	C	C	NP	NP	NP	
ROTIFERA	<i>A. fissa</i>	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	95,8%
	<i>A. ecaudis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X		83,3%
	<i>A. brightwellii</i>			X	X				X	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	70,8%
	<i>A. sieboldi</i>		X																	X	X	X	X	X	X	29,2%
	<i>A. multiceps</i>																					X				4,2%
	<i>Beauchampiella spp</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X			83,3%
	<i>B. angularis</i>																			X						4,2%
	<i>B. dimidiatus</i>																			X						4,2%
	<i>Brachionus sp</i>																			X						4,2%
	<i>Cephalodella sp</i>				X																					4,2%
	<i>C. colurus</i>				X																					4,2%
	<i>C. obtusa</i>																				X					4,2%
	<i>C. dossuarius</i>																			X	X					8,3%
	<i>C. natans</i>																			X		X		X		12,5%
	<i>D. caudatus</i>																						X			4,2%
	<i>E. clavulata</i>							X	X																	8,3%
	<i>E. dilatata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					83,3%
	<i>Euchlanis sp</i>																				X					4,2%
	<i>G. stylifer</i>		X	X	X				X	X	X	X	X	X		X	X	X	X			X	X	X	X	70,8%
	<i>H. thomassoni</i>																			X	X	X	X	X	X	25,0%
	<i>K. longispina</i>	X		X	X	X	X		X			X				X		X			X	X				45,8%
	<i>K. cochlearis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	95,8%
	<i>L. bulla</i>																			X	X					8,3%
	<i>L. hastata</i>														X	X	X								X	16,7%
	<i>L. hornemanni</i>																					X				4,2%
	<i>L. inermis</i>														X	X								X		12,5%
	<i>L. luna</i>				X	X									X										X	16,7%
	<i>L. signifera</i>	x	x	x			X	x	x	X	x	X	X		X	X		X								54,2%
	<i>Lecane spp</i>														X						X				X	12,5%

ROTIFERA	L. stenroosi				X									X					X	X							16,7%	
	L. ovalis	X	X	X		X	X						X		X	X	X	X		X		X	X		X		58,3%	
	Lepadella patella																		X		X		X	X			16,7%	
	L. quadricarinata																				X						4,2%	
	Lepadella sp																				X						4,2%	
	P. logima			X					X	X	X		X			X		X									29,2%	
	P. quadricornis				X	X		X				X	X	X	X			X	X		X	X					45,8%	
	P. patulus	X						X			X			X	X	X	X			X	X	X	X		X		50,0%	
	Polyarthra spp	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		91,7%
	Proales sp																			X							4,2%	
	T. bicristata																								X		4,2%	
	T. braziliensis																			X							4,2%	
	T. flagellata																		X		X	X	X				16,7%	
	T. marina				X																						4,2%	
	T. ruttneri																		X								4,2%	
	T. similis	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X		91,7%
	Trichocerca sp				X	X			X	X				X	X		X											29,2%
	T. porcellus														X		X	X										12,5%
	T. tetractis			X									X															8,3%
	T. plicata			X																								4,2%
T. aequatorialis																			X	X	X	X	X	X			25,0%	
CLADOCERA	A. glabra		X	X	X	X	X							X	X				X	X	X		X	X			50,0%	
	A. intermédia				X											X				X	X			X			20,8%	
	A. ossiani				X																						4,2%	
	A. setigera																X										4,2%	
	A. chlathratula			X							X																8,3%	
	A. dadayi	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X				X		87,5%	
	B. deitersi						X																				4,2%	
	C. australis		X		X		X							X	X										X		25,0%	
	C. eurynotus		X		X		X	X	X	X				X	X			X		X	X	X			X		56,0%	
	C. parvireticulatus		X		X	X	X	X	X		X		X	X	X		X	X		X	X	X	X				66,7%	

Cont. Anexo 1. Lista de táxons de Rotifera, Cladocera e Copepoda (x = presença das espécies em cada mesocosmos durante o período do experimento; C = mesocosmo controle e NP = mesocosmo enriquecido. Freq. = Frequência dos táxons durante o experimento) .

CLADOCERA	<i>C. pubescens</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	95,8%
	<i>C. sphaericus</i>						X																	4,2%
	<i>D. macrops</i>										X	X												8,3%
	<i>D. birgei</i>			X																				4,2%
	<i>E. hybridus</i>	X			X	X	X	X		X	X			X										33,3%
	<i>E. tridentatus</i>	X	X	X	X	X	X	X					X	X			X		X				X	50,0%
	<i>G. occidentalis</i>			X																				4,2%
	<i>I. sordidus</i>													X										4,2%
	<i>M. elegans</i>				X		X																	8,3%
	<i>M. paulensis</i>																						X	4,2%
	<i>S. serrulatus</i>	X	X					X						X	X	X		X		X	X	X	X	54,2%
COPEPODA	<i>A. robustus</i>						X	X									X							12,5%
	<i>A. furcatus</i>	X	X		X					X							X							20,8%
	<i>A. azevedoi</i>																				X			4,2%
	<i>M. aspericornis</i>																				x			4,2%
	<i>M. ellipticus</i>							X						X	X	X		X	X					25,0%
	<i>M. longisetus</i>																				X			4,2%
	<i>M. meridianus</i>				X		X														X		X	16,7%
	<i>M. ogunnus</i>																X				X			8,3%
	<i>M. celbaensis</i>	X			X		X						X	X		X	X					X	X	37,5%
	<i>M. finitimus</i>		X	X			X		X								X						X	25,0%
	<i>M. anceps</i>						X						X			X	X							16,7%
	<i>N. conifer</i>	X					X																	8,3%
	<i>N. henseni</i>	X	X				X			X			X	X							X		X	33,3%
	<i>T. decipiens</i>												X				X				X			12,5%
	<i>T. inversus</i>												X	X	X	X		X	X	X	X		X	37,5%
	<i>T. minutus</i>																	X						4,2%

Anexo 2 – Teste de comparação múltipla de riqueza entre os quatro grupos (Rotífera: 1; Cladocera: 2; Copepoda Cyclopoida: 3; Copepoda Calanoida: 4) (em negrito: diferença significativa (P<0.05) entre os grupos comparados).

Variável Dependente	Grupo (G)	Grupo (G')	Diferença Média (G-G')	Erro Padrão	p-valor	IC 95%	
						LI	LS
Riqueza 19/Set	1	2	5,333	1,563	,159	-2,39	13,05
		3	9,667*	1,563	,023	1,95	17,39
		4	8,000*	1,155	,030	1,30	14,70
	2	1	-5,333	1,563	,159	-13,05	2,39
		3	4,333	1,700	,325	-3,86	12,53
		4	2,667	1,333	,605	-5,96	11,29
	3	1	-9,667*	1,563	,023	-17,39	-1,95
		2	-4,333	1,700	,325	-12,53	3,86
		4	-1,667	1,333	,886	-10,29	6,96
	4	1	-8,000*	1,155	,030	-14,70	-1,30
		2	-2,667	1,333	,605	-11,29	5,96
		3	1,667	1,333	,886	-6,96	10,29
Riqueza 23/Set	1	2	6,333	2,108	,217	-3,85	16,52
		3	11,667*	1,599	,039	1,04	22,30
		4	9,333*	1,764	,050	,00	18,66
	2	1	-6,333	2,108	,217	-16,52	3,85
		3	5,333	1,667	,293	-6,08	16,75
		4	3,000	1,826	,711	-6,89	12,89
	3	1	-11,667*	1,599	,039	-22,30	-1,04
		2	-5,333	1,667	,293	-16,75	6,08
		4	-2,333	1,202	,580	-8,79	4,12
	4	1	-9,333*	1,764	,050	-18,66	,00
		2	-3,000	1,826	,711	-12,89	6,89
		3	2,333	1,202	,580	-4,12	8,79
Riqueza 27/Set	1	2	7,000	2,708	,323	-6,37	20,37
		3	14,333	2,108	,105	-6,52	35,18
		4	10,000	2,160	,183	-8,51	28,51
	2	1	-7,000	2,708	,323	-20,37	6,37
		3	7,333	1,764	,251	-9,51	24,18
		4	3,000	1,826	,774	-11,45	17,45
	3	1	-14,333	2,108	,105	-35,18	6,52
		2	-7,333	1,764	,251	-24,18	9,51
		4	-4,333*	,667	,036	-8,20	-,47
	4	1	-10,000	2,160	,183	-28,51	8,51
		2	-3,000	1,826	,774	-17,45	11,45
		3	4,333*	,667	,036	,47	8,20
Riqueza 17/Out	1	2	11,667*	1,374	,017	3,51	19,83
		3	20,000*	1,247	,012	9,31	30,69
		4	15,000*	2,211	,025	2,95	27,05
	2	1	-11,667*	1,374	,017	-19,83	-3,51
		3	8,333*	,745	,010	3,63	13,04
		4	3,333	1,972	,752	-11,71	18,37
	3	1	-20,000*	1,247	,012	-30,69	-9,31
		2	-8,333*	,745	,010	-13,04	-3,63
		4	-5,000	1,886	,504	-23,27	13,27
	4	1	-15,000*	2,211	,025	-27,05	-2,95
		2	-3,333	1,972	,752	-18,37	11,71
		3	5,000	1,886	,504	-13,27	23,27

Anexo 3 - Teste de comparação múltipla de diversidade entre os quatro grupos (Rotífera: 1; Cladocera: 2; Copepoda Cyclopoida:3; Copepoda Calanoida: 4) (em negrito: diferença significativa (P<0.05) entre os grupos comparados).

Variável Dependente	Grupo (G)	Grupo (G')	Diferença Média (G-G')	Erro Padrão	p-valor	IC 95%	
						LI	LS
Diversidade 19/Set	1	2	,493	,281	,651	-,96	1,95
		3	1,024	,457	,488	-1,63	3,68
		4	1,624	,229	,102	-,71	3,96
	2	1	-,493	,281	,651	-1,95	,96
		3	,531	,429	,895	-2,50	3,56
		4	1,131	,167	,103	-,49	2,75
	3	1	-1,024	,457	,488	-3,68	1,63
		2	-,531	,429	,895	-3,56	2,50
		4	,601	,397	,846	-3,60	4,80
	4	1	-1,624	,229	,102	-3,96	,71
		2	-1,131	,167	,103	-2,75	,49
		3	-,601	,397	,846	-4,80	3,60
Diversidade 23/Set	1	2	,492	,162	,367	-,80	1,78
		3	1,851	,194	,040	,17	3,53
		4	1,899	,088	,000	1,44	2,36
	2	1	-,492	,162	,367	-1,78	,80
		3	1,359	,242	,033	,16	2,56
		4	1,407	,170	,027	,29	2,52
	3	1	-1,851	,194	,040	-3,53	-,17
		2	-1,359	,242	,033	-2,56	-,16
		4	,048	,201	1,000	-1,43	1,53
	4	1	-1,899	,088	,000	-2,36	-1,44
		2	-1,407	,170	,027	-2,52	-,29
		3	-,048	,201	1,000	-1,53	1,43
Diversidade 27/Out	1	2	,401	,144	,388	-,62	1,42
		3	1,971	,133	,027	,54	3,40
		4	1,586	,141	,020	,50	2,67
	2	1	-,401	,144	,388	-1,42	,62
		3	1,570	,055	,007	,98	2,16
		4	1,184	,073	,001	,83	1,54
	3	1	-1,971	,133	,027	-3,40	-,54
		2	-1,570	,055	,007	-2,16	-,98
		4	-,385	,047	,085	-,89	,12
	4	1	-1,586	,141	,020	-2,67	-,50
		2	-1,184	,073	,001	-1,54	-,83
		3	,385	,047	,085	-,12	,89
Diversidade 17/Out	1	2	,273	,252	,947	-2,23	2,78
		3	2,049	,249	,083	-,63	4,73
		4	1,846	,327	,046	,04	3,25
	2	1	-,273	,252	,947	-2,78	2,23
		3	1,776	,038	,003	1,36	2,19
		4	1,373	,216	,117	-,72	3,47
	3	1	-2,049	,249	,083	-4,73	,63
		2	-1,776	,038	,003	-2,19	-1,36
		4	-,403	,213	,736	-2,70	1,89
	4	1	-1,846	,327	,046	-3,25	-,04
		2	-1,373	,216	,117	-3,47	,72
		3	,403	,213	,736	-1,89	2,70

Anexo 4. Análise de Correlação de Spearmann. Demonstrando as análises significativas ($p < 0.05$).

	19/Set	23/Set	27/Set	17/Out
Radiação Solar			- Riqueza Copepoda Cyclopoida ($r = 0,880$ e $p=0,021$) - Densidade Copepoda Calanoida ($r= 0,829$ e $p=0,042$)	Riqueza Rotifera ($r= -0,829$ e $p= 0,042$)
M.P.	- Clorofila a ($r= 0,899$ e $p= 0,015$) - Riqueza Cladocera ($r= 0,853$ e $p= 0,031$) - Densidade Rotifera ($r= 0,829$ e $p= 0,042$) - Densidade Cladocera ($r= 0,943$ e $p= 0,005$)			
PT		- Diversidade Rotifera ($r= -0,829$ e $p= 0,042$) - Diversidade Cladocera ($r= -0,829$ e $p= 0,042$)	Diversidade Copepoda Cyclopoida ($r = -0,943$ e $p= 0,005$)	
PDT	- Clorofila a ($r= 0,899$ e $p= 0,015$) - Riqueza Cladocera ($r= 0,853$ e $p= 0,031$) - Densidade Rotifera ($r= 0,829$ e $p=0,042$) - Densidade Cladocera ($r= 0,943$ e $p= 0,005$)	- Clorofila a ($r= 0,943$ e $p= 0,005$) - Diversidade Rotifera ($r= -0,943$ e $p= 0,005$)	- Clorofila a ($r= 0,986$ e $p=0$) - Riqueza Cladocera ($r= -0,928$ e $p= 0,008$) - Riqueza Copepoda Calanoida ($r= -0,840$ e $p= 0,036$) - Diversidade Cladocera ($r= -0,928$ e $p= 0,008$)	Densidade Copepoda Cyclopoida ($r= 0,812$ e $p= 0,019$)
PO4	- Clorofila a ($r= 0,893$ e $p= 0,016$) - Densidade Cladocera ($r= 0,880$ e $p= 0,021$)	Densidade Rotifera ($r= 0,833$ e $p= 0,039$)	Riqueza Copepoda Calanoida ($r= -0,828$ e $p= 0,042$)	Densidade Copepoda Cyclopoida ($r= 0,812$ e $p= 0,050$)
P-PO4	- Clorofila a ($r= 0,841$ e $p= 0,036$) - Densidade Cladocera ($r= 0,886$ e $p= 0,019$)	- Clorofila a ($r= 0,943$ e $p= 0,005$) - Diversidade Rotifera ($r= -0,943$ e $p= 0,005$)	- Riqueza Cladocera ($r= -0,886$ e $p= 0,019$) e Copepoda Calanoida ($r= -0,828$ e $p= 0,042$) - Diversidade Cladocera ($r= -0,886$ e $p= 0,019$)	
Silicato	- Riqueza Copepoda Calanoida ($r= 0,820$ e $p= 0,046$) - Diversidade Rotifera ($r= 0,829$ e $p= 0,042$) - Diversidade Copepoda Calanoida ($r= 0,845$ e $p= 0,034$)	- Diversidade Rotifera ($r= 0,943$ e $p= 0,005$) - Densidade Cladocera ($r=0,943$ e $p= 0,005$)	- Riqueza Copepoda Calanoida ($r= 0,828$ e $p= 0,042$) - Diversidade Cladocera ($r= 0,943$ e $p= 0,005$) - Densidade Rotifera ($r= -0,943$ e $p= 0,005$)	
NT		- Clorofila a ($r= 0,886$ e $p= 0,019$) - Diversidade Rotifera ($r= -0,886$ e $p= 0,019$)	- Clorofila a ($r= 0,829$ e $p= 0,042$) - Diversidade Copepoda Cyclopoida ($r= -0,829$ e $p= 0,042$)	

Continuação Anexo 4. Análise de Correlação de Spearmann. Demonstrando as análises significativas ($p < 0.05$).

NO3	Densidade Cladocera ($r = 0,880$ e $p = 0,021$)	- Clorofila a ($r = 0,841$ e $p = 0,036$) - Diversidade Cladocera ($r = -0,928$ e $p = 0,008$) - Densidade Rotífera ($r = 0,928$ e $p = 0,008$)	Diversidade Copepoda Cyclopoida ($r = -0,928$ e $p = 0,008$)	
NO2	Densidade Cladocera ($r = 0,943$ e $p = 0,005$)	- Clorofila a ($r = -0,886$ e $p = 0,019$) - Diversidade Cladocera ($r = -0,886$ e $p = 0,019$) - Densidade Rotífera ($r = 0,886$ e $p = 0,0019$)	Diversidade Copepoda Cyclopoida ($r = -0,943$ e $p = 0,005$)	Densidade Copepoda Calanoida ($r = 0,943$ e $p = 0,005$)
NID	- Riqueza Copepoda Cyclopoida ($r = 0,883$ e $p = 0,020$) - Diversidade Copepoda Cyclopoida ($r = 0,943$ e $p = 0,005$)	- Diversidade Cladocera ($r = -0,943$ e $p = 0,005$) - Densidade Rotífera ($r = 0,943$ e $p = 0,005$)	Densidade Rotífera ($r = 0,829$ e $p = 0,042$)	Riqueza Rotífera ($r = 0,829$ e $p = 0,042$)
NP	- Riqueza Copepoda Cyclopoida ($r = 0,883$ e $p = 0,020$) - Diversidade Copepoda Cyclopoida ($r = 0,886$ e $p = 0,019$)	- Diversidade Cladocera ($r = -0,943$ e $p = 0,005$) - Densidade Rotífera ($r = 0,943$ e $p = 0,005$)		Riqueza Rotífera ($r = 0,943$ e $p = 0,005$)
pH		- Riqueza Copepoda Calanoida ($r = 0,828$ e $p = 0,042$) - Diversidade Copepoda Calanoida ($r = 0,845$ e $p = 0,034$)	- Clorofila a ($r = 0,886$ e $p = 0,019$) - Riqueza Copepoda Calanoida ($r = -0,828$ e $p = 0,042$) - Diversidade Cladocera ($r = -0,829$ e $p = 0,042$)	Densidade Copepoda Calanoida ($r = -0,829$ e $p = 0,042$)
Alcalinidade	- Riqueza Copepoda Calanoida ($r = -0,820$ e $p = 0,046$) - Diversidade Rotífera ($r = -0,829$ e $p = 0,042$) - Diversidade Copepoda Calanoida ($r = -0,845$ e $p = 0,034$)		- Riqueza Cladocera ($r = -0,886$ e $p = 0,019$) - Riqueza Calanoida ($r = -0,828$ e $p = 0,042$) - Diversidade Cladocera ($r = -0,886$ e $p = 0,019$)	
C.V.		- Riqueza Copepoda Calanoida ($r = 0,828$ e $p = 0,042$) - Densidade Cladocera ($r = 0,812$ e $p = 0,050$)		- Riqueza Copepoda Calanoida ($r = 0,892$ e $p = 0,017$) - Densidade Copepoda Cyclopoida ($r = 0,812$ e $p = 0,050$)
Condutividade		Riqueza Rotífera ($r = 0,820$ e $p = 0,046$)		

Continuação Anexo 4. Análise de Correlação de Spearmann. Demonstrando as análises significativas ($p < 0.05$).

CO2		- Riqueza Copepoda Cyclopoida ($r = -0,883$ e $p = 0,020$) - Riqueza Copepoda Calanoida ($r = -0,828$ e $p = 0,042$) - Densidade Copepoda Cyclopoida ($r = -0,928$ e $p = 0,008$) - Densidade Copepoda Calanoida ($r = -0,829$ e $p = 0,042$)	Riqueza Calanoida ($r = 0,828$ e $p = 0,042$)	
O.D.		- Riqueza Copepoda Calanoida ($r = -0,828$ e $p = 0,042$) - Diversidade Copepoda Calanoida ($r = -0,845$ e $p = 0,034$)	- Riqueza Cladocera ($r = -0,829$ e $p = 0,042$) - Diversidade Cladocera ($r = -0,829$ e $p = 0,042$)	- Riqueza Copepoda Cyclopoida ($r = -0,841$ e $p = 0,036$) - Diversidade Copepoda Cyclopoida ($r = -0,943$ e $p = 0,005$)