INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA DE ÁGUA DOCE E PESCA INTERIOR - BADPI

SOPHIA ANDRADE RAID

DINÂMICA DA COMUNIDADE DE COPEPODA (CRUSTACEA, MAXILLOPODA) NO LAGO TUPÉ SOB A INFLUÊNCIA DA ENCHENTE DO RIO NEGRO, MANAUS –AM

Manaus, Amazonas

JULHO, 2015

SOPHIA ANDRADE RAID

DINÂMICA DA COMUNIDADE DE COPEPODA (CRUSTACEA, MAXILLOPODA) NO LAGO TUPÉ SOB A INFLUÊNCIA DA ENCHENTE DO RIO NEGRO, MANAUS –AM

ORIENTADOR: Dr. Edinaldo Nelson dos Santos Silva

CO-ORIENTADOR: Dr. Celso Morato de Carvalho

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas área de concentração Biologia de Água Doce e Pesca Interior.

Manaus, Amazonas

JULHO, 2015

RELAÇÃO DA BANCA JULGADORA

Dr. André Ricardo Ghidini (Titular)

Biólogo – Doutorado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Professor Adjunto – Centro Universitário do Norte UNINORTE

Dr. Bruno Machado Leão (Titular)

Biólogo - Doutorado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

Professor Adjunto – Centro Universitário do Norte UNINORTE

Dra. Marle Angélica Villacorta Correa (Titular)

Bióloga - Doutorado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia Pesquisador
Professora associada III da Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Dr. Elvis Rimachi Vásquez (Suplente)

Biólogo - Doutorado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

Dr. Aprigio Mota Morais (Suplente)

Doutor em Biologia de Água Doce e Pesca Interior pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

R149 Raid, Sophia Andrade
Dinâmica da comunidade de Copepoda *(Crustacea, Maxillopoda)* no Lago Tupé sob a influência da enchente do Rio Negro, Manaus –AM / Sophia Andrade Raid. --- Manaus: [s.n.], 2015.
viii, 42 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) --- INPA, Manaus, 2015.
Orientador : Edinaldo Nelson dos Santos Silva.
Coorientador : Celso Morato de Carvalho.
Área de concentração : Biologia de Água Doce e Pesca Interior.

1. Copépodes. 2. Crustacéos. 3. Limnologia. I. Título.

CDD 595.34

Sinopse: Foram estudadas as variações diárias de densidade de Copepoda, em três localidades no lago Tupé durante 90 dias, período caracterizado como início da enchente do rio Negro.

Palavras chave: copépodes, lago Tupé, abundância, enchente

AGRADECIMENTOS

Á Deus por ter me dado o dom da vida.

Ao meu orientador Dr. Edinaldo Nelson dos Santos Silva pela orientação recebida.

Ao Dr. Carlos Eduardo Falavigna da Rocha, Dr. Daniel Previattelli e Dr. Gilmar Perbiche Neves pela paciência e dedicação durante o estágio de identificação de copépodes no laboratório de Meiofauna da Universidade de São Paulo - USP.

Ao programa de Pós Graduação em Biologia de Água Doce e Pesca Interior do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

Ao Coordenação de Aperfeiçoamentos de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa no período do mestrado.

A minha família que sempre me apoiou em todas as etapas da minha vida.

E a todos que contribuíram direta e indiretamente para a realização desse trabalho.

“E no meio do inverno eu descobri que

dentro de mim havia um verão invencível”

Rubem Alves

RESUMO

Nas planícies de inundação a variação do nível da água do rio principal influencia o nível da água de lagos adjacentes ao rio e demais rios da bacia hidrográfica. As comunidades que habitam esses lagos sofrem com essa influência e estão adaptados a essa mudança. Na Amazônia os estudos que analisaram os efeitos da variação do nível das águas na comunidade de copépodes planctônicos foram realizados em lagos de várzea, que apresentam características diferentes dos lagos de água preta, e os mesmos restringem-se a coletas mensais ou quinzenais durante os períodos de seca/enchente. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da enchente do rio Negro (águas pretas) na composição, riqueza e abundância das espécies de copépodes planctônicos no lago Tupé. Foram utilizadas amostras quantitativas diárias da região limnética de três estações amostrais no lago. O período de amostragem compreendeu os meses de Janeiro, Fevereiro e Março de 2011. Nos 10 primeiros dias de amostragem não há entrada da água do rio no lago, e a partir do 11° dia as águas do rio Negro começam a entrar no lago. Um total de 14 táxons de copépodes foram registrados, (*Oithona amazonica, Macrocyclops albidus albidus, Mesocyclops brasilianus, Metacyclops brauni, Thermocyclops sp., Aspinus acicularis, Rhacodiaptomus retroflexus, Rhacodiaptomus calatus, Rhacodiaptomus calamensis, Dasydiaptomus coronatus, Dactylodiaptomus pearsei, Notodiaptomus inflatus, Notodiaptomus coniferoides, Diaptomus linus*). Diaptomidae foi a mais representativa com 9 espécies, seguida da Cyclopidae que apresentou 4 espécies e Oithonidae apenas um representante. A espécie *Oithona amazonica* foi a espécie de Cyclopoida mais abundante durante todo o período de estudo, e de Calanoida foi *Aspinus acicularis*, a máxima abundância das duas espécies ocorreram no período anterior a entrada da água do rio Negro. A entrada da água do rio Negro influenciou negativamente a abundância de copépodes adultos, houve também diminuição na densidade de náuplius e copepoditos. Entretanto, a diversidade e riqueza de espécies aumentou no decorrer da enchente.

ABSTRACT

In the floodplain the variation of the main river water level influences the water level of lakes adjacent to the river. The communities that inhabit these lakes suffer from this influence and are adapted to this change.The studies performed in the Amazon that have analyzed the effects of water level variation in planktonic copepods community were conducted in varzea lakes, which have different characteristics of black water lakes, these studies are limited to monthly and fortnightly collections during high and low water periods. This work's purpose was oevaluate the effect of the Negro river (black waters) in the composition, richness and abundance of species of planktonic copepods in Tupé lake. Quantitative samples of the limnetic region, in three sampling stations in the lake were taken daily during January, February and March 2011. In the first 10 sampling days there was no influence of the river and on the 11th day of the Negro river waters begin to flood. A total of 14 taxons of copepods were recorded, (*Oithona amazonica, Macrocyclops albidus albidus, Mesocyclops brasilianus, Metacyclops brauni, Thermocyclops sp., Aspinus acicularis, Rhacodiaptomus retroflexus, Rhacodiaptomus calatus, Rhacodiaptomus calamensis, Dasydiaptomus coronatus, Dactylodiaptomus pearsei, Notodiaptomus inflatus, Notodiaptomus coniferoides, Diaptomus linus*). Diaptomidae was the most representative with 9 species, followed by Cyclopidae who presented four species and Oithonidae with only one representative. The specie *Oithona amazonica* was the most abundant throughout the study, with ist maximum abundance occurring in the lake's isolation period. The most abundant specie of Calanoida was *Aspinus acicularis* which also showed higher abundance in the lake's isolation period. The entrance of the Negro river waters negatively influenced the abundance of adult copepods and there was also a decrease in nauplii and copepodites density. However, the diversity and species richness increased during the rising water period.

SUMÁRIO

Lista de figuras..... viii

APRESENTAÇÃO..... 1

OBJETIVOS..... 2

Objetivo Geral..... 2

Objetivos Específicos..... 2

CAPÍTULO 1

Dinâmica da comunidade de Copepoda (Crustacea, Maxillopoda) no lago tupé sob a influência da enchente do rio Negro, Manaus – AM

1 – INTRODUÇÃO..... 4

2 – MATERIAL E MÉTODOS 7

2.1 – Área de estudo 7

2.2 – Amostragem..... 9

2.3 – Análise dos organismos 10

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO 12

3.1 – Riqueza e composição da comunidade de Copepoda 12

3.2 – Abundância e estrutura da comunidade de Copepoda 18

3.3 – Índice de diversidade 28

4 – CONCLUSÃO..... 34

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 35

CONCLUSÃO FINAL 42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da RDS Tupé. Extraído de http://biotupe.inpa.gov.br

Figura 2A. Lago Tupé durante o período de cheia. Extraído de http://biotupe.inpa.gov.br

Figura 2B. Lago Tupé durante a seca. Extraído de http://biotupe.inpa.gov.br

Figura 3. Estações de Coleta – Lago Tupé. Extraído de http://biotupe.inpa.gov.br

Figura 4. Curvas de rarefação das espécies de copépodes, nas três estações no lago Tupé. No gráfico, a linha central indica a riqueza de espécies e as linhas adjacentes representam o intervalo de confiança (95%), calculado utilizando o erro padrão.

Figura 5. Composição relativa de náuplius, copepoditos e adultos por decêndios na E1.

Figura 6. Composição relativa de náuplius, copepoditos e adultos por decêndios na E2.

Figura 7. Composição relativa de náuplius, copepoditos e adultos por decêndios na E3.

Figura 8. Abundância de copépodes entre os decêndios de na região limnética do lago Tupé. No gráfico são apresentados a média e o desvio padrão.

Figura 9. Índice de diversidade de Shannon-Wiener (em bits), durante o período de estudo, das 3 estações de amostragem no lago Tupé.

Figura 10. Plotagem dos scores da análise de médias recíprocas com dados baseados na abundância das espécies de copépodes observados entre os meses de Janeiro/2011 e Março/2011 na E1, no lago Tupé.

Figura 11. Plotagem dos scores da análise de médias recíprocas com dados baseados na abundância das espécies de copépodes observados entre os meses de Janeiro/2011 e Março/2011 na E2, no lago Tupé.

Figura 12. Plotagem dos scores da análise de médias recíprocas com dados baseados na abundância das espécies de copépodes observados entre os meses de Janeiro/2011 e Março/2011 na E3, no lago Tupé.

Figura 13. Análises de agrupamento (Método de Ward) considerando a densidade das espécies de copépodes por decêndios, na E1 no lago Tupé.

Figura 14. Análises de agrupamento (Método de Ward) considerando a densidade das espécies de copépodes por decêndios, na E2 no lago Tupé.

Figura 15. Análises de agrupamento (Método de Ward) considerando a densidade das espécies de copépodes por decêndios, na E3 no lago Tupé.

APRESENTAÇÃO

As variações do nível da água que ocorrem nos lagos e rios das planícies de inundação são fenômenos cíclicos que alteram as condições físicas e químicas do meio (Junk *et al.*, 1989). Consequentemente os organismos que habitam essa região estão adaptados a essas mudanças e possuem estratégias para a manutenção da vida (Junk, 1999). As fases desse ciclo apresentam diferentes períodos de duração e características bem distintas, o que confere condições específicas para existência de determinados organismos (Junk *et al.*, 1989).

Em ambientes aquáticos a comunidade zooplanctônica possui um importante papel na transferência de energia e ciclagem de nutrientes para os níveis tróficos superiores (Tundisi *et al.*, 1988). Os organismos dessa comunidade fazem parte da dieta alimentar de larvas de peixes, larvas de insetos e peixes planctófagos (Carvalho, 1984; Nessimian e Ribeiro 2000; Previattelli e Santos-Silva, 2011). Essa vasta comunidade é formada por organismos muito diversos, podendo-se citar como principais representantes os copépodes, rotíferos e cladóceros. Os copépodes destacam-se pela sua grande abundância em ambientes dulcícolas, representando cerca de 60% de todo o zooplâncton na Amazônia (Robertson e Hardy, 1984).

O lago Tupé é um corpo d'água que sofre a influência da variação do nível do rio Negro durante um período do ano. Na época em que encontra-se isolado, o lago apresenta característica químicas da água diferentes do período que está sob influência do rio (Darwich *et al.*, 2005). Desta forma a comunidade de copépodes presente durante o período de isolamento é diferente dos demais períodos (Calixto *et al.*, 2011).

Os estudos que foram executados avaliando as consequências da variação do nível da água na comunidade de copépodes são escassos na Amazônia, os estudos já realizados foram feitos em lagos de água branca, ou seja, ambientes com características muito diferentes dos lagos de águas pretas. Portanto o presente trabalho teve como objetivo analisar a influência da entrada da água do rio Negro na comunidade de copépodes do lago Tupé visando melhor entendimento dos ecossistemas aquáticos.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Analisar o efeito da entrada da água do rio Negro na comunidade de copépodes planctônicos do lago Tupé, Manaus –AM , Brasil.

Objetivos Específicos

I – Determinar a composição, densidade, riqueza de espécies e diversidade de copépodes planctônicos adultos diariamente antes e depois da entrada da água do rio Negro no lago Tupé;

II – Determinar a densidade de náuplius e copepoditos diariamente antes e depois da entrada da água do rio Negro no lago Tupé;

III – Verificar se houve variação na composição, densidade, riqueza de espécies e diversidade de copépodes com a entrada da água do rio Negro no lago.

CAPÍTULO 1

Dinâmica da comunidade de Copepoda (Crustacea, Maxillopoda) no lago Tupé sob a influência da enchente do rio Negro, Manaus –AM

Sophia Andrade RAID*, Edinaldo Nelson SANTOS-SILVA**

*Laboratório de Plâncton – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – Manaus, Amazonas Av. André Araújo, 2936, Aleixo, Manaus, Amazonas – CEP 69060-001.
E-mail: sophiaraid@hotmail.com

** Laboratório de Plâncton – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – Manaus, Amazonas Av. André Araújo, 2936, Aleixo, Manaus, Amazonas – CEP 69060-001.
E-mail: nelson@inpa.gov.br

[1] artigo formatado segundo as normas da revista Acta Amazonica.

RESUMO

Nas planícies de inundação o fenômeno da variação do nível da água do rio principal influencia o nível da água de lagos adjacentes ao rio. Na Amazônia os estudos que analisaram os efeitos da variação do nível das águas na comunidade de copépodes planctônicos foram realizados em lagos de várzea, que apresentam características diferentes dos lagos de água preta. Neste trabalho tivemos o objetivo de avaliar o efeito da enchente do rio Negro (águas pretas) na composição, riqueza e abundância das espécies de copépodes planctônicos no lago Tupé. Para isso foram utilizadas amostras quantitativas diárias da região limnética de três estações amostrais no lago. O período de amostragem compreendeu os meses de Janeiro, Fevereiro e Março de 2011. Os 10 primeiros dias de amostragem não há influência do rio, no 11° dia as águas do rio Negro começam a entrar no lago. Um total de 14 táxons de copépodes foram registrados, (*Oithona amazonica, Macrocyclops albidus albidus, Mesocyclops brasilianus, Metacyclops brauni, Thermocyclops sp., Aspinus acicularis, Rhacodiaptomus retroflexus, Rhacodiaptomus calatus, Rhacodiaptomus calamensis, Dasydiaptomus coronatus, Dactylodiaptomus pearsei, Notodiaptomus inflatus, Notodiaptomus coniferoides, Diaptomus linus*). Diaptomidae foi a mais representativa com 9 espécies, seguida da Cyclopidae com 4 espécies e Oithonidae com 1 espécie. A espécie *Oithona amazonica* foi a mais abundante durante todo o período de estudo, seguida de *Aspinus acicularis*. As espécies mais abundantes apresentaram os picos de abundância no período de isolamento do lago A entrada da água do rio Negro influenciou negativamente a abundância de copépodes adultos, houve também diminuição na densidade de náuplius e copepoditos. A diversidade e riqueza de espécies aumentaram no decorrer da enchente.

Palavras chave: copépodes, água preta, lago Tué, abundância, variação do nível da água

Dynamics of Copepoda community (Crustacea, Maxillopoda) in Tupé lake under the influence of the Negro river flood, Manaus –AM

ABSTRACT

In the floodplain the phenomenon of variation of the main river water level influences the water level of lakes adjacent to the river. The studies about the Amazon analyzed the effects of water level variation in planktonic copepods community were conducted in varzea lakes, which have different characteristics of black water lakes. This work had the objective of evaluating the effect of the Negro river (black waters) in the composition, richness and abundance of species of planktonic copepods in Tupé lake. Daily quantitative samples of limnetic region from three sampling stations in the lake were used to do that.The sampling period was the months of January, February and March 2011. The first 10 sampling days there is no influence of the river and on the 11th day of the Negro river waters begin to enter into the lake. A total of 14 taxons of copepods were recorded, (*Oithona amazonica, Macrocyclops albidus albidus, Mesocyclops brasilianus, Metacyclops brauni, Thermocyclops sp., Aspinus acicularis, Rhacodiaptomus retroflexus, Rhacodiaptomus calatus, Rhacodiaptomus*

calamensis, Dasydiaptomus coronatus, Dactylodiaptomus pearsei, Notodiaptomus inflatus, Notodiaptomus coniferoides, Diaptomus linus). Diaptomidae was the most representative with 9 species, followed by Cyclopidae with four species and Oithonidae with only one specie. The specie *Oithona amazonica* was the most abundant throughout the study period followed by *Aspinus acicularis*, the maximum abundance occurred in the lake's isolation period. The entrance of the Negro river waters negatively influenced the abundance of adult copepods, there was also a decrease in nauplii and copepodites density. The diversity and species richness increased during the rising water period.

Key words: copepods, black water, Tupé lake, abundance, water level fluctuation

INTRODUÇÃO

Os organismos zooplanctônicos de água doce constituem uma das comunidades mais abundantes e diversificadas dos ecossistemas aquáticos. Dentre os principais representantes podemos citar os rotíferos, copépodes e cladóceros. Os organismos dessa comunidade ocupam o segundo nível trófico na cadeia alimentar, servem de alimento para de larvas de peixes, insetos e peixes planctófagos, possuem caráter dinâmico, apresentam elevadas taxas de reprodução e respondem rapidamente às alterações do meio aquático (Wetzel, 1983; Carvalho, 1984; Tundisi *et al.*, 1988; Nessimian e Ribeiro, 2000; Previattelli e Santos-Silva, 2011).

Entre os organismos presentes no zooplâncton, os copépodes são microcrustáceos que habitam ambientes aquáticos, apresentam grande número de espécies com diferentes hábitos alimentares, formas e tamanhos (Huys e Boxshall, 1991; Mauchline, 1998). Possuem importante participação na comunidade zooplanctônica de água doce, contribuem diretamente na ciclagem de nutrientes, produção secundária e são fonte de energia para os organismos de níveis tróficos subsequentes (Boxshall e Defaye, 2008).

Dentre os diversos aspectos de uma comunidade aquática, a composição e a estrutura são características que sofrem influência das condições circundantes (Hynes, 1970). As condições físicas, químicas e fatores biológicos, bem como as interações entre as populações, proporcionam um ambiente propício ao sucesso de determinadas espécies (Lehman, 1991). Mudanças na comunidade de organismos zooplanctônicos podem ser cíclicas ou não, e normalmente estão ligadas às variações periódicas no ambiente físico que podem ser nictemerais, estacionais e entre períodos úmidos e secos (Hardy, 1980). Alterações na estrutura da comunidade zooplanctônica são bastante relevantes não apenas para a própria comunidade mas para o ecossistema como um todo (Thomaz *et al.*, 1997; Lansac-Tôha *et al.*, 2004).

Alguns estudos foram realizados com o objetivo de avaliar os efeitos provocados por mudanças ambientais na composição e distribuição dos organismos zooplanctônicos em ambientes aquáticos (Bozelli, 1994; Bezerra-Neto e Pinto-Coelho, 2002; Lovik e Kjelliberg, 2003; Anneville *et al.*, 2007; Sousa *et al*., 2008; Borges e Pedrozo, 2009).

Nesse contexto podemos citar os lagos das planícies de inundação, que sofrem variações no volume de água devido à influência de um rio principal. Nessas planícies de inundação a flutuação do nível das águas é um fenômeno natural que proporciona uma comunicação entre os ambientes ocasionando modificações na forma e tamanho, modificando consideravelmente as condições físicas, químicas e biológicas, que por sua vez, influenciam na estrutura das comunidades aquáticas desses ambientes (Junk *et al.*, 1989). Consequentemente os indivíduos que habitam esses ambientes estão adaptados a essas alterações periódicas (Junk, 1999).

A variação periódica do nível das águas é um fenômeno cíclico que possui momentos bastante distintas: uma fase de águas altas intercalada pela enchente e vazante, seguida de um período de águas baixas (Junk e Howard-Willians, 1984). Na Amazônia essa flutuação do nível das águas ocorre em diferentes tipos de rios, tais como os de água branca, preta e clara (Sioli, 1984).

Diversos trabalhos discutiram a comunidade de copépodes dentro do zooplâncton e alguns desses estudos foram executados na Amazônia a fim de relatar a composição e abundância da comunidade zooplanctônica no período de: águas baixas e águas altas (Brandorff, 1978; Hardy, 1980; Santos-Silva, 1991; Keppeller e Hardy 2004); apenas águas altas (Brandorff *et al*., 1982; Waichman *et al*., 2002); durante um ciclo completo (Hamilton *et al*., 1990; Keppeller, 2003).

Entre os estudos realizados Hardy (1980) analisando a composição zooplanctônica de cinco lagos (Cristalino, Tarumã-Mirim, Redondo, Grande e Jacaretinga) na Amazônia nos períodos de seca e cheia, evidencia que o grupo dos copépodes foi o mais abundante durante o período de estudo. Os copépodes destacam-se pela sua grande abundância em ambientes dulcícolas, representando cerca de 60% de todo o zooplâncton na Amazônia (Robertson e Hardy, 1984).

Alguns estudos relatam oscilações na comunidade de copépodes em decorrência da variação do nível das águas dos lagos, dentre estes podemos citar Godoy e Reverol (2005) que analisaram amostras de zooplâncton de duas lagoas do rio Caura na Venezuela, e encontraram

as maiores densidades de copépodes durante o período de enchente e a predominância de náuplius sobre formas adultas. Os autores atribuem a entrada de nutrientes provenientes da planície de inundação a grande quantidade de indivíduos observados.

José de Paggi e Paggi (2007) relataram que a conectividade de um lago com o rio pode ser considerado um importante fator de influência na variação dos atributos da comunidade zooplanctônica. Em um outro estudo, Gallo-Sanchez *et al.* (2009) estudaram a comunidade zooplanctônica (Copepoda, Cladocera e Rotifera) em lagos na Colômbia e, encontraram náuplius predominando sobre formas adultas e aumento na densidade do zooplâncton no período da enchente que foi atribuído ao restabelecimento da conexão entre os lagos e o rio principal.

As pesquisas realizadas no Amazonas que avaliaram as consequências da variação do nível da água de um lago na comunidade zooplanctônica ocorreram em lagos de várzea (água branca), podendo citar Brandorff e Andrade (1978) que analisaram o zooplâncton no lago Jacaretinga e verificaram que os copépodes foram dominantes durante o período de estudo. Também afirmam, que após a entrada da água do rio Solimões houve um aumento na densidade dos organismos e progressivo decréscimo no decorrer da enchente.

Em outro estudo realizado no Amazonas, Carvalho (1983) analisou os efeitos da variação do nível da água no zooplâncton no lago Grande do rio Solimões, encontrando maior abundância de copépodes durante o período de estudo e constatando também que a entrada da água do rio contribuiu para o aumento da densidade de organismos zooplanctônicos.

Dentre vários lagos de águas pretas o lago Tupé tem sido bastante estudado devido a sua localização. Alguns estudos foram realizados com copépodes no lago Tupé analisando: distribuição vertical (Previattelli *et al*., 2005); composição (Brandorff e Hardy, 2009); predação de peixes (Previattelli e Santos-Silva, 2011); distribuição espaço-temporal (Calixto *et al.*, 2011); associação com diferentes hábitats (Oliva-Segundo, 2013). Esses estudos evidenciam a grande abundância dos copépodes no lago Tupé.

Com isto, pode-se observar que estudos foram executados avaliando as consequências da variação do nível da água na comunidade de copépodes são escassos na região Amazônica. Os estudos já realizados com esse objetivo foram empreendidos em lagos de água branca, ou seja ambientes com características muito diferentes dos lagos de águas pretas. Por quanto é necessária a execução de mais trabalhos nessa área, visto que é preciso maiores

conhecimentos da ecologia de organismos zooplanctônicos como um todo, incluindo destes os copépodes. Pesquisas como esta permitirão um melhor entendimento do funcionamento dos ecossistemas aquáticos.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

O lago Tupé está situado na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé (RDS Tupé) na margem esquerda do Rio Negro, a Oeste de Manaus, distante 25 km do centro da cidade (Figura 1) (Scudeller *et al.* 2005).

Na região onde está localizada a RDS Tupé a precipitação anual máxima é de 2.210 mm e a temperatura média registrada nas estações meteorológicas de Manaus é 26 ºC. A amplitude térmica no setor centro-oeste, onde se encontra a RDS Tupé (bacia do rio Negro), está em torno de 7 ºC (Aprile e Darwich 2005).

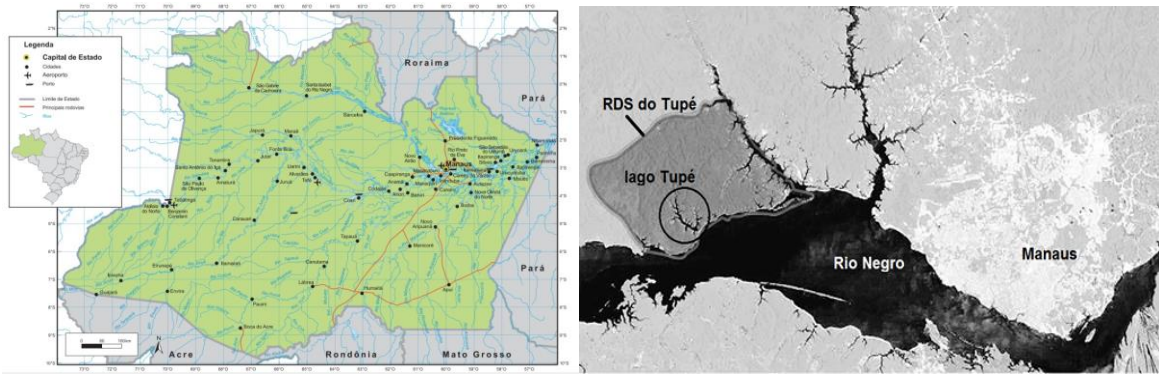


Figura 1. Localização da RDS Tupé (Fonte: microcrustaceosneotropicais.blogspot)

A água do lago possui aspecto marrom-avermelhado originado pela elevada quantidade de ácidos húmicos e fúlvicos dissolvidos na água sendo classificado como lago de águas pretas (Sioli, 1957; Rai e Hill, 1981; Sioli, 1984). Suas águas apresentam pH ácido, devido a grande concentração de ácidos húmicos e fulvicos; baixos níveis de nutrientes, íons e material em suspensão (Rai e Hill, 1981). A área superficial é de aproximadamente 66,9 ha, largura máxima de 300 metros e profundidade máxima em alguns pontos de até 15 metros na época da cheia. No período de seca o lago pode apresentar 4,5 metros de profundidade máxima. Possui formato de “T”, no qual o braço principal apresenta cerca de 2.504 metros e secundário com cerca de 1.149 metros. Apresenta margens íngremes e a floresta circundante protege o lago do vento, dificultando sua ação sobre a coluna d’água (Aprile e Darwich, 2005).

A comunicação principal do lago Tupé com o rio Negro ocorre por meio de um canal. Durante grande parte do ano (vazante e seca) o sentido do fluxo da água é do lago para o rio, porém na época da enchente e na cheia as águas do rio Negro invadem o lago, inicialmente através do canal e posteriormente, com o aumento do nível de suas águas, por cima dos bancos de areia que separam o rio do lago. Durante a seca o canal apresenta 20 metros de largura, 0,5 metro de profundidade e 150 metros de comprimento. No pico da cheia o canal fica totalmente submerso (Aprile e Darwich, 2005). (Figura 2A e Figura 2B)

No período de vazante e seca, a água que flui para o rio Negro é proveniente dos igarapés e das chuvas (Darwich *et al.*, 2005). Segundo Aprile e Darwich (2005) o leito do canal do lago está a 19 metros acima do nível do mar, assim a água do rio Negro começa a entrar no lago apenas quando é ultrapassada essa cota. Seguindo a medição do nível da água do rio Negro que é realizada diariamente no Porto da cidade de Manaus é possível a determinação da data exata do início da entrada de água do rio no lago.

Devido à influência da variação do nível da água do rio Negro, o volume de água do lago Tupé varia entre 1,44 e 2,57 milhões de m³ ao longo do ano (Aprile e Darwich, 2005). A oscilação do volume do lago influencia na classificação do estado trófico, que pode variar de distrófico, oligotrófico ou meso-eutrófico (Rai e Hill, 1981).

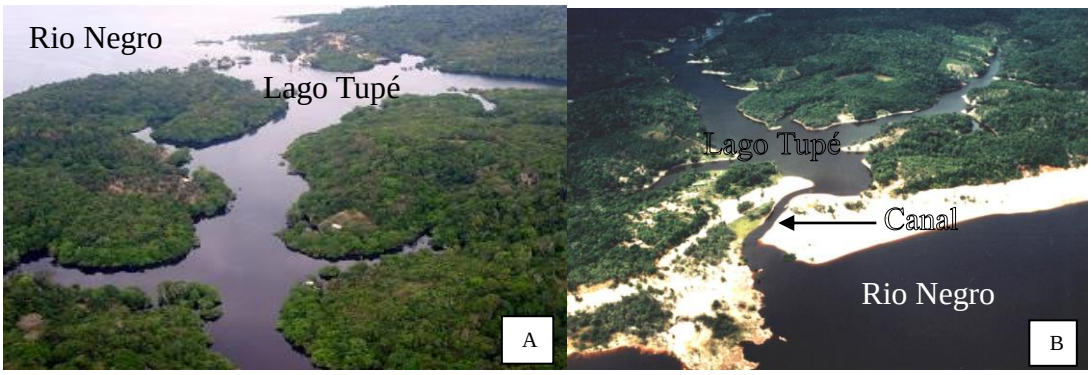


Figura 2. Lago Tupé durante a cheia (A) e seca (B)(Fonte: microcrustaceosneotropicais.blogspot)

Em estudos anteriores realizados no lago Tupé, Aprile e Darwich (2005) encontraram o pH variando durante o período de seca entre 3,8 e 5,9 e no período de enchente o pH variou de 3,0 a 4,6. Em relação a condutividade elétrica no período de seca houve variação de 8,6µS.cm^{-1} a 3,7µS.cm^{-1}, a amplitude de variação no período de enchete foi de 6,1µS.cm^{-1} a 8,5µS.cm^{-1}. O oxigênio dissolvido também apresentou variação no período de seca de 0,1 e 10,0mg.L^{-1} , no período da enchente houve variação de 0,0mg.L^{-1} e 4,6mg.L^{-1}

AMOSTRAGEM

As amostras foram coletadas diariamente no período da manhã entre 1º de Janeiro de 2011 e 31 de Março de 2011, totalizando 221 amostras (Figura 3). Os 10 primeiros dias de coleta ainda ocorreram no período em que o lago Tupé não sofre influência do rio Negro, ou seja o fluxo da água no canal do lago é em direção ao rio. A partir do 11º dia o nível da água do rio Negro ultrapassou a cota de 19 metros e a água do rio começou a entrar no lago pelo canal.

Foram amostradas 3 locais de coleta sendo denominadas a Estação 1 (E1) o ponto de coleta na porção central do lago, Estação 2 (E2) localizada no braço secundário e Estação 3 (E3) no braço principal.

Utilizou-se rede de plâncton com abertura de malha de 55 µm e 20 cm de diâmetro para realizar o arrasto vertical na região limnética. Cada amostra corresponde a um único arrasto vertical realizado na região pelágica do lago.

Figura 3. Estações de Coleta – Lago Tupé (Fonte: biotupe.org.br)

As amostras foram acondicionadas em recipientes de polietileno de 100 mL e conservadas em formaldeído com concentração final de 4%.

ANÁLISE DOS ORGANISMOS

A análise das amostras foi conduzida em microscópio estereoscópico, e quando necessário em microscópio óptico, contabilizando os indivíduos adultos de copépodes Calanoida e Cyclopoida, náuplius e copepoditos. Para as contagens das larvas e juvenis foram retiradas subamostras de 5 mL com auxílio da pipeta do tipo Stempell utilizando protocolo proposto por Bottrell *et al.* (1976).

A identificação dos organismos adultos a nível de espécie foi realizada com auxílio de literatura específic como Dussart e Defaye (1995), Reid (1985) e especialistas do Laboratório de Plâncton do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA. Náuplius e copepoditos foram classificados apenas entre Calanoida e Cyclopoida.

Os dados do nível da água do lago Tupé foram obtidos a partir dos registros das cotas do nível do rio Negro, realizadas diariamente no porto de Manaus, visto que devido ao efeito do represamento pelo rio Solimões/Amazonas, as variações do nível da água do rio Negro são semelhantes nas áreas dentro de um perímetro de 200 km próximas a Manaus (Bayley, 1982; Guillaumet *et al.*,1988). A altura da coluna d'água foi calculada a partir da relação entre a medição realizada no Porto de Manaus e a profundidade do lago no período de seca, conforme descrição de Aprile e Darwich (2005).

Os números de organismos e abundância relativa são propriedades fundamentais que definem a estrutura de uma comunidade, os processos locais de alterações no meio ambiente são alguns fatores que determinam mudanças na população em uma determinada localidade (Chesson, 1986).

A densidade das espécies de Copepoda foi expressa em organismos/m³, utilizando a equação proposta por Tonolli (1971), equação (1), para determinar o volume filtrado (Vf) no arrasto:

(1) $$Vf = \pi . r^2 . h$$

Onde:
r = raio da boca da rede;
h = altura da coluna d'água.

O volume de água filtrada foi utilizado para determinar a densidade de indivíduos por m³ através equação (2):

(2) $$\text{Densidade} = n / Vf$$

Onde:
n = número de indivíduos contados;
Vf = volume filtrado.

O Índice de Constância de Dajoz (Dajoz, 1973) foi calculado a partir da equação (3), sendo consideradas constantes as espécies com C >51%, acessórias C > 25% e < 50% e espécies acidentais C < 25%.

(3) $$C = p \times 100 / P$$

Onde:
P= número total de amostras;
p= número de amostras contendo a espécie em questão.

A fim de sumarizar os atributos ecológicos obtidos nas contagens dos organismos, foram obtidas a riqueza de espécies, índice de diversidade de Shannon-Wiener, também foram construídas curvas de rarefação com base na densidade dos organismos. Foram realizadas análises de correspondência utilizando as médias recíprocas e análise de clusters através do programa PAST (Hammer *et al.*, 2001). A análise de Kruskal-Wallis foi utilizada para verificar se houve diferença significativa entre os valores de densidades antes e depois da entrada da água do rio Negro no lago Tupé com auxílio do programa Statistica 6.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

RIQUEZA E COMPOSIÇÃO DE COPEPODA

Um total de 14 espécies de copépodes foi registrado no presente estudo no lago Tupé, sendo 9 pertencentes a ordem Calanoida e 5 da ordem Cyclopoida.

Os copépodes ciclopóides encontrados pertencem a Oithonidae e Cyclopidae, já previamente registrados para o local de estudo (Oliva-Segundo, 2013). Dentre as espécies encontradas, *Oithona amazonica* foi a única representante da família Oithonidae, enquanto os outros quatro táxons pertencem a Cyclopidae. Todas as espécies de copépodes calanóides encontradas pertencem a Diaptomidae e possuem registros na região Amazônica (Brandorff, 1978; Brandorff *et al.*, 1982; Brandorff e Hardy, 2009; Calixto *et al.*, 2012). Dentre as espécies de calanóides encontrados há dois novos registros para o lago Tupé *Rhacodiaptomus calamensis* e *Rhacodiaptomus calatus.*

Cyclopidae e Oithonidae estão presentes em vários tipos de ambientes, sejam estes de água doce ou salgada, podem habitar a coluna d'água ou a região bentônica (Dussart e Defaye, 1995). Boxshall e Defaye (2008) descrevem-nas como as famílias mais representativas dentre os ciclopóides na região Neotropical. Indivíduos dessas famílias já foram registrados em diferentes bacias do neotrópico, tais como do rio Orinoco (Hamilton *et al*., 1990), do rio Paraná (Souza-Franco e Takeda, 2000; Lansac-Tôha *et al*., 2004), do rio Jequiezinho (Simões *et al.*, 2008), e também na bacia Amazônica (Brandorff *et al.*, 1982; Robertson e Hardy, 1984).

Diaptomidae apresenta maior riqueza de espécies, dentre os calanóides, em águas continentais na Europa, Ásia, América do Norte e baixas altitudes na América do Sul (Boxshall e Defaye 2008). Ocorrem ao todo no Brasil 12 gêneros de Diaptomidae, sendo que alguns são restritos à região amazônica e praticamente todas as espécies que pertencem ou pertenciam a este grupo foram originalmente colocadas no gênero *Diaptomus* sensu lato Westwood, 1836 (Santos-Silva, 2008).

Dentre as espécies encontradas apenas duas foram consideradas constantes, uma Cyclopoida e outra Calanoida. As espécies classificadas como acessórias são representantes tanto de Calanoida quanto de Cyclopoida, totalizando quatro táxons. A maior parte das espécies foi considerada acidental, ou seja, estiveram presentes em menos de 25% das

amostras (Tabela 1). Os náuplius e copepoditos das duas ordens foram constantes em todo o período amostrado.

Tabela 1. Índice de constância de Dajoz (Dajoz, 1973) para as espécies de copépodes encontradas nas três estações amostrais no lago Tupé. (*) indica novo registro para o lago Tupé

Ausentes | Acidentais | Acessórias | Constantes

Cyclopoida

Família	Espécie	E1	E2	E3
Cyclopidae	*Macrocyclops albidus albidus* (Jurine, 1820)			
	Mesocyclops brasilianus Kiefer, 1956			
	Metacyclops brauni Herbst, 1962			
	Thermocyclops sp.			
Oithonidae	*Oithona amazonica* Burckhardt, 1912			

Calanoida

	Espécie	E1	E2	E3
Diaptomidae	*Aspinus acicularis* Brandorff, 1973			
	Dactylodiaptomus pearsei (Wright, 1927)			
	Diaptomus linus Brandorff, 1973			
	Dasydiaptomus coronatus (Sars, 1901)			
	Notodiaptomus coniferoides (Wright, 1927)			
	Notodiaptomus inflatus (Kiefer, 1933)			
	Rhacodiaptomus calamensis * Wright, 1927			
	Rhacodiaptomus calatus * Brandorff, 1973			
	Rhacodiaptomus retroflexus (Brandorff, 1973)			

Os dados sobre a composição de espécies de copépodes planctônicos do lago Tupé foram semelhantes a estudos anteriores realizados em lagos da região amazônica, que encontram-se resumidos na Tabela 2.

Tabela 2. Composição de copépodes de diferentes lagos na região amazônica

Local	Espécies Calanoida	Espécies Cyclopoida	Referência
Lago Tarumã-Mirim	*Aspinus acicularis* *Dactylodiaptomus pearsei* *Dasydiaptomus coronatus* *Diaptomus negrensis* *Notodiaptomus sp.* *Rhacodiaptomus calatus* *Rhacodiaptomus retroflexus*	*Oithona amazonica*	Brandorff, 1978
Lago Jacaretinga	*Notodiaptomus amazonicus* *Notodiaptomus coniferoides*	*Thermocyclops minutus*	Brandorff e Andrade, 1978
Lagos Cristalino e Tarumã- Mirim	*Aspinus acicularis*	*Thermocyclops minutus* *Oithona amazonica*	Hardy, 1980

Lago Nhamundá	*Argyrodiaptomus azevedoi* *Aspinus acicularis* *Dactylodiaptomus pearsei* *Dasydiaptomus coronatus* *Diaptomus negrensis* *Diaptomus linus* *Rhacodiaptomus retroflexus* *Rhacodiaptomus calamensis*	*Mesocylops meridianus* *Mesocyclops longisetus* *Thermocyclops minutus* *Oithona amazonica*	Brandorff *et al.*, 1982
Rio Negro	*Aspinus acicularis* *Dactylodiaptomus pearsei* *Dasydiaptomus coronatus* *Diaptomus negrensis* *Diaptomus linus* *Diaptomus ohlei* *Diaptomus silvaticus* *Notodiaptomus sp.* *Notodiaptomus amazonicus* *Notodiaptomus coniferoides* *Notodiaptomus dahli* *Notodiaptomus inflatus* *Notodiaptomus kieferi* *Rhacodiaptomus calatus* *Rhacodiaptomus insolitus*	*Mesocylops brasilianus* *Thermocyclops minutus* *Oithona amazonica* *Oithona amazonica* var. continentalis	Robertson e Hardy, 1984
Lago Tupé	*Argyrodiaptomus azevedoi* *Aspinus acicularis* *Dactylodiaptomus pearsei* *Dasydiaptomus coronatus* *Diaptomus s.l. linus* *Diaptomus s.l. negrensis* *Notodiaptomus nov. spec.* *Rhacodiaptomus retroflexus* *Rhacodiaptomus nov. spec.*	*Mesocyclops longisetus* *Oithona amazonica* *Thermocyclops minutus*	Brandorff e Hardy, 2009
Lago Tupé	*Aspinus acicularis* *Dactylodiaptomus pearsei* *Dasydiaptomus coronatus* *Notodiaptomus coniferoides* *Notodiaptomus inflatus* *Rhacodiaptomus retroflexus* *Rhacodiaptomus besti*	*Mesocylops brasilianus* *Thermocyclops sp.* *Oithona amazonica*	Calixto *et al.*, 2012

A composição de copépodes Cyclopoida planctônicos do lago Tupé, assemelha-se aos dados obtidos por outros estudos, que evidenciam o baixo número de espécies encontrado para esse grupo na Amazônia. A maioria dos Cyclopoida possuem hábitos bentônicos, sendo comumente encontrados em maior concentração nas regiões litorâneas dos lagos (Cryer e Townsend, 1988).

Oithona amazonica foi constante em todo o estudo. Essa espécie teve seu primeiro registro no delta do rio Amazonas por Burckhardt (1912), apresenta hábito planctônico e possui grande distribuição na Amazônia, podendo ser encontrada com facilidade nos rios e lagos da região (Rocha, 1985). Há registros dessa espécie desde lagos do rio Orinoco

(Twombly e Lewis, 1987), até na porção oriental da Amazônia, tal como o lago Bolonha (Melo *et al.*, 2006).

Dentre as quatro espécies acessórias observadas podemos citar *Mesocyclops brasilianus*. Esse organismo apresenta ampla distribuição no Brasil, porém neste estudo foi espécie acessória com representação máxima na E1 em 39,4% das amostras. *M. brasilianus* apresenta registros anteriores no rio Negro (Robertson e Hardy, 1984) e no lago Tupé (Calixto *et al.*, 2011; Oliva-Segundo, 2013).

Macrocyclops albidus albidus ocorreu com relativa frequência na região limnética sendo considerado táxon acessório. Essa espécie possui ampla distribuição geográfica, ocorrendo em diversas partes do Brasil. Oliva-Segundo (2013) encontrou indivíduos de *M. albidus* no lago Tupé na região limnética, associado à macrófita aquática *Utricularia foliosa* e na serapilheira. Estudos apontam essa espécie como dominante quando associada à macrófitas aquáticas (Velho *et al.*, 2001; Parturej *et al.*, 2007; Poi de Neiff e Zozaya, 1989).

Por outro lado, podemos citar a baixa ocorrência de *Metacyclops brauni* no presente estudo. Em estudos anteriores Oliva-Segundo (2013) encontrou esse táxon na serapilheira do lago Tupé. Os poucos registros dessa espécie na região Amazônica devem-se, provavelmente, ao fato de que a grande parte dos estudos concentram-se na região limnética dos lagos e *Metacyclops brauni* ter hábito bentônico.

Outra espécie considerada acidental foi *Thermocyclops sp.*. No Brasil esse gênero é menos frequente comparado à grande distribuição em lagos da Ásia e África (Reid, 1989). Na Amazônia há o registro de *T. minutus* (Brandorff, 1978; Brandorff *et al.*, 1982; Melo *et al.*, 2006).

Entre os representantes de Calanoida destaca-se a constância de *Aspinus acicularis*. A ocorrência dessa espécie é restrita a ambientes aquáticos de águas pretas e claras, provavelmente devido ao fato desses locais possuírem pH ácido e baixos níveis de nutrientes dissolvidos (Brandorff, 1976; Brandorff *et al.*, 1982). Existem registros dessa espécie nos lagos do rio Nhamundá (Brandorff *et al.*, 1982), lagos Cristalino e Tarumã- Mirim (Hardy, 1980) e lago Tupé (Previattelli *et al.*, 2005; Brandorff e Hardy, 2009; Previattelli e Santos-Silva, 2011; Calixto *et al.*,2011).

Rhacodiaptomus apresentou o maior número de riqueza de espécies, sendo duas espécies consideradas acessórias (*R. retroflexus* e *R. calatus*) e uma espécie acidental (*R. calamensis*). As espécies desse gênero são endêmicas da Bacia Amazônica e do Orinoco (Santos-Silva, 2008). Fisher *et al.* (1983) observaram a presença de *R. calatus* em amostras coletadas no lago Calado, e Robertson e Hardy (1984) registraram essa espécie no rio Negro. Em um estudo de distribuição espaço-temporal Calixto *et al.* (2011) registraram a ocorrência *R. retroflexus* em diversos pontos no lago Tupé. Destaca-se a espécie *R. calamensis* presente apenas no estudo de Brandorff *et al.* (1982), no qual foi coletada em uma área com muitas macrófitas aquáticas no baixo rio Nhamundá.

As espécies *Dasydiaptomus coronatus* e *Dactylodiaptomus pearsei* foram consideradas acidentais pela baixa frequência nas amostras. Essas espécies são comuns na região amazônica sendo reportadas em vários estudos tais como os de Brandorff, (1978); Robertson e Hardy (1984); Santos-Silva *et al.* (1989); Brandorff e Hardy, 2009 e Calixto *et al.* (2011).

Outras espécies que também foram consideradas acidentais pertencem ao gênero *Notodiaptomus*, o qual Santos-Silva *et al.* (1999) afirma ser o de maior distribuição e maior riqueza de espécies dentre os calanóides de água doce da região Neotropical. As espécies do presente estudo *N. inflatus* e *N. coniferoides* possuem registros para o lago Tupé no estudo realizado por Calixto *et al.* (2011).

Segundo Goulden (1969), ecossistemas imaturos ou com distúrbios são geralmente caracterizados pelas associações zooplanctônicas de baixa diversidade, possuindo uma espécie dominante, que fisiologicamente está mais adaptada às mudanças. No momento em que esse ambiente torna-se mais favorável espécies mais especialistas coexistem com as generalistas.

Comparando as estações de coleta do presente estudo, verificou-se que a estação com maior riqueza de espécies foi a E1 com 11 espécies, seguida da E2 com 10 e E3 com 9 espécies. Os dados sobre a riqueza de espécies de copépodes planctônicos do lago Tupé foram superiores a estudos anteriores realizados em lagos da região amazônica (Brandorff, 1978; Hardy, 1980; Santos-Silva, 1991).

Dentre os estudos realizados na Amazônia podemos citar Brandorff (1978) que comparou lagos de água branca e lagos de água preta e encontrou 8 espécies de copépodes tanto para o lago Castanho (água branca) quanto para o rio Tarumã-Mirim (água preta). Em

outro estudo Hardy (1980) analisando a composição de vários lagos encontrou apenas uma espécie de Calanoida e uma de Cyclopoida no lago Cristalino (água preta) e duas espécies de Cyclopoida no lago Tarumã-Mirim (água preta). Santos-Silva (1991) analisando a composição de copépodes no lago Calado encontrou 6 espécies de Calanoida.

Estudos em outros ambientes brasileiros obtiveram valores de riqueza superiores do observado no lago Tupé, tais como nas regiões da bacia do Alto Paraná no qual Lansac-Tôha *et al.* (2004) encontraram 17 espécies de copépodes.

Curvas de rarefação são importantes ferramentas para determinar a possibilidade de novas espécies serem observadas caso aumente o número de amostras Chiarucci *et al.* (2008). Observando as curvas de rarefação construídas com base na densidade das espécies nas amostras, pode-se observar que na totalidade de amostras coletadas ao longo do período estudado, se atingiu a estabilidade na curva de incremento de espécies, como um indicativo que o esforço amostral deste estudo foi adequado (Figura 4).

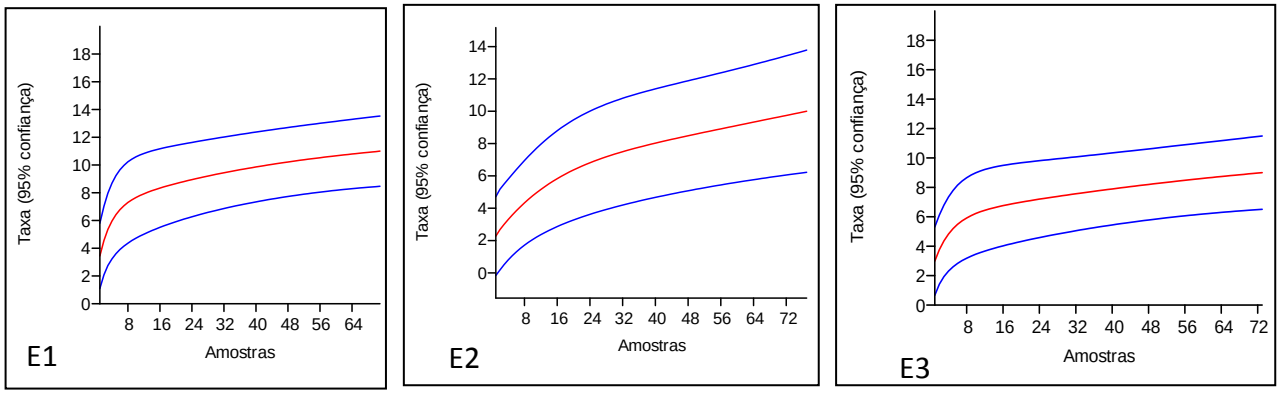


Figura 4. Curvas de rarefação amostral, calculada com base na densidade das espécies de copépodes, nas três estações no lago Tupé.

ABUNDÂNCIA E ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE COPEPODA

Comparando os valores de abundância relativa dos copépodes adultos entre as ordens presentes no estudo, encontrou-se 95% de dominância para a ordem Cyclopoida e apenas 5% para Calanoida.

O padrão de dominância da ordem Cyclopoida sobre Calanoida no lago Tupé foi relatado por Calixto *et al.*, (2011). Este fato pode estar relacionado ao hábito alimentar onívoro raptorial dos ciclopídeos, o que confere maior adaptabilidade a estes organismos; em contrapartida as espécies da ordem Calanoida são herbívoras e seletivas com o tipo alimentação (Matsumura-Tundisi *et al*., 1987; Sendacz e Kubo, 1999).

A espécie mais abundante de Cyclopoida foi *Oithona amazonica*, que esteve presente em todas as estações, seguida de *Mesocyclops brasilianus* que foi encontrada na E1 e E2 e *Macrocyclops albidus albidus* presente nas três estações porém com menor densidade. *Metacyclops brauni* e *Thermocyclops sp.* apresentaram apenas um indivíduo cada, encontrados na E2 e E1 respectivamente.

Entre os copépodes ciclopóides, destaca-se a alta densidade de *O. amazonica* em todas as estações de coleta no lago Tupé. A máxima abundância apresentada por essa espécie ocorreu em 03/01/11 com 31.831 org/m³. Vale ressaltar que os maiores valores ocorrem no período que o lago Tupé estava sem a influência do rio Negro, período caracterizado como seca. Essa grande abundância sugere que esta espécie tem alta adaptabilidade às variações espaço-temporais que ocorram no ambiente, além de apresentar tolerância ao ponto de ser pouco afetada pelas mudanças físico-químicas da água em decorrência das constantes variações do nível da água provocada na época da enchente pela entrada de água do rio Negro no lago Tupé. Outros autores também evidenciaram que no período de seca são encontradas as maiores densidades de copépodes (Hardy, 1980; Robertson e Hardy, 1984; Santos-Silva, 1991). Apesar de *O. amazonica* pertencer a um gênero primordialmente marinho (Rocha, 1985), diversos trabalhos relatam a grande ocorrência dessa espécie na região amazônica (Hardy, 1980; Brandorff *et al.*, 1982; Robertson e Hardy, 1984; Twombly e Lewis, 1987; Hammilton *et al.*, 1990; Melo *et al.*, 2006; Calixto *et al*., 2011). Segundo Pennak (1957), a maior parte das comunidades limnéticas é caracterizada por apresentar, em cada grupo, algumas espécies excepcionalmente dominantes em abundância sobre as outras.

A segunda espécie com maior densidade foi *Mesocyclops brasilianus* encontrada na E1 e na E3, apresentando a máxima abundância de 124 org/m³ em 28/01/2011. *Macrocyclops albidus albidus* foi registrada nas três estações de coleta e sua maior ocorrência foi registrada em 28/01/2011 com 59 org/m³. Em um estudo realizado por Oliva-Segundo (2013) no lago Tupé *Mesocyclops brasilianus* foi a segunda espécie mais numerosa na região limnética e *Macrocyclops albidus albidus* foi apontada como segunda espécie mais recorrente na serapilheira no lago Tupé. Vale ressaltar que ao contrário do que ocorreu com *O. amazonica*, as maiores abundâncias de *M. brasilianus* e *M. albidus albidus* ocorrem após a entrada da água do rio Negro.

A baixa ocorrência do gênero *Thermocyclops* no presente estudo assemelha-se aos resultados de Calixto *et al.* (2011) que encontraram baixa abundância relativa (0,01%) desse gênero durante o período de um ano de coletas no lago Tupé. A espécie *Metacyclops brauni* possui registro apenas para a região litorânea do lago Tupé (Oliva-Segundo, 2013) sendo o presente estudo o primeiro registro dessa espécie para a região limnética.

Entre os Calanoida a espécie mais representativa no presente estudo foi *Aspinus acicularis* que apresentou o pico de abundância no dia 08/01/2011 de 1370 org/m³, período antes da influência da água do rio Negro. Assim como observado no estudo de Calixto *et al.* (2011) no qual indica essa espécie como a de maior abundância, no período de seca, dentre os calanóides no lago Tupé, o presente estudo corrobora essa afirmação.

A segunda espécie que apresentou maior abundância foi *Rhacodiaptomus retroflexus* com máxima de 70 org/m³ em 02/01/2011, seguida de *R. calatus* com 24 org/m³ em 30/01/2011, *R. calamensis* apresentou 4 org/m³ em 10/02/2011.

A espécie *Dasydiaptomus coronatus* apresentou abundância máxima em 06/01/2011 com 8 org/m³ e *Dactylodiaptomus pearsei* dia 04/02/2011 com 9 org/m³. As mais baixas abundâncias foram registradas para *Notodiaptomus inflatus* que apresentou 4 org/m³ no dia 07/02/2011 e *Notodiaptomus coniferoides* 4 org/m³ no dia 25/02/2011.

É possível afirmar que no presente estudo os maiores valores de densidade das espécies de copépodes foram encontradas durante o período no qual o lago Tupé não estava recebendo a água do rio Negro, corroborando a afirmação de Brandorff e Andrade (1978) que as máximas densidades de zooplâncton são encontradas no período de seca. Brandorff (1977) sugere que as maiores densidades desses organismos ocorram no período de seca devido aos

nutrientes oriundos da floresta inundada. Em outro estudo Carvalho (1983) obtêm no lago Grande as maiores densidades do zooplâncton no período de seca e atribui ao fato de que nesse período o lago encontra-se no seu menor volume e o sedimento do fundo pode ser facilmente revolvido e disponibilizar grande quantidade de matéria orgânica à coluna d'água.

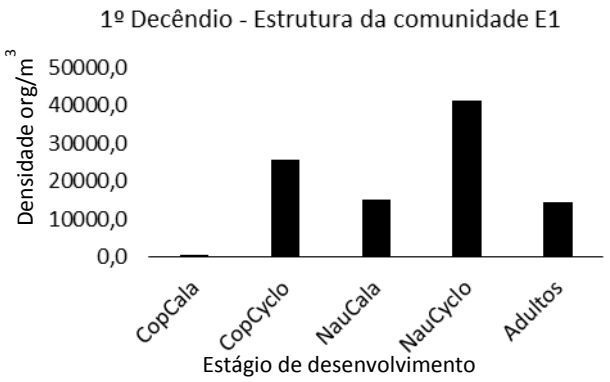
É importante ressaltar que, após a entrada da água do rio Negro foram encontradas outras espécies de copépodes na coluna d'água, além das espécies que estavam presentes antes da entrada da água do rio Negro.

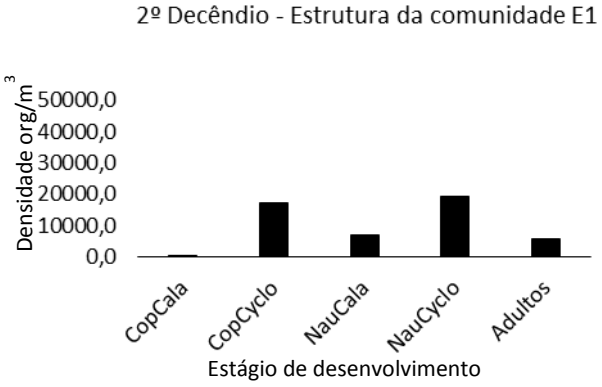
Estudos limnológicos realizados por Darwich *et al.* (2005) no lago Tupé e no rio Negro evidenciam que durante o período de seca o lago apresentou as maiores taxas de concentração de oxigênio dissolvido em oposição aos períodos de cheia e vazante, o que pode ter contribuído para a grande densidade de organismos encontrados.

Esse mesmo padrão, maiores densidades no período de seca, também foi observado em outras planícies de inundação por Serafim-Junior (1997); Lansac-Tôha *et al.* (2004) e Borges e Pedrozo (2009).

As figuras 6, 7 e 8 mostram a abundância relativa da comunidade de copépodes, em cada uma das três estações de coletas, evidenciando as formas adultas, os copepoditos e náuplius. Os adultos tanto de Calanoida quanto de Cyclopoida foram reunidos em um único grupo "Adultos" e os náuplius e copepoditos foram diferenciados em Calanoida e Cyclopoida sendo representados pelas siglas "NauCala", "NauCyclo "CopCala" e "CopCyclo".

Os valores de abundância relativa foram separados por decêndios (10 dias), a fim de evidenciar os efeitos na comunidade de copepédes visto que o primeiro decêndio corresponde ao período que o lago encontra-se sem influência do rio Negro e a partir do 2º decêndio as águas do rio estão entrando no lago.





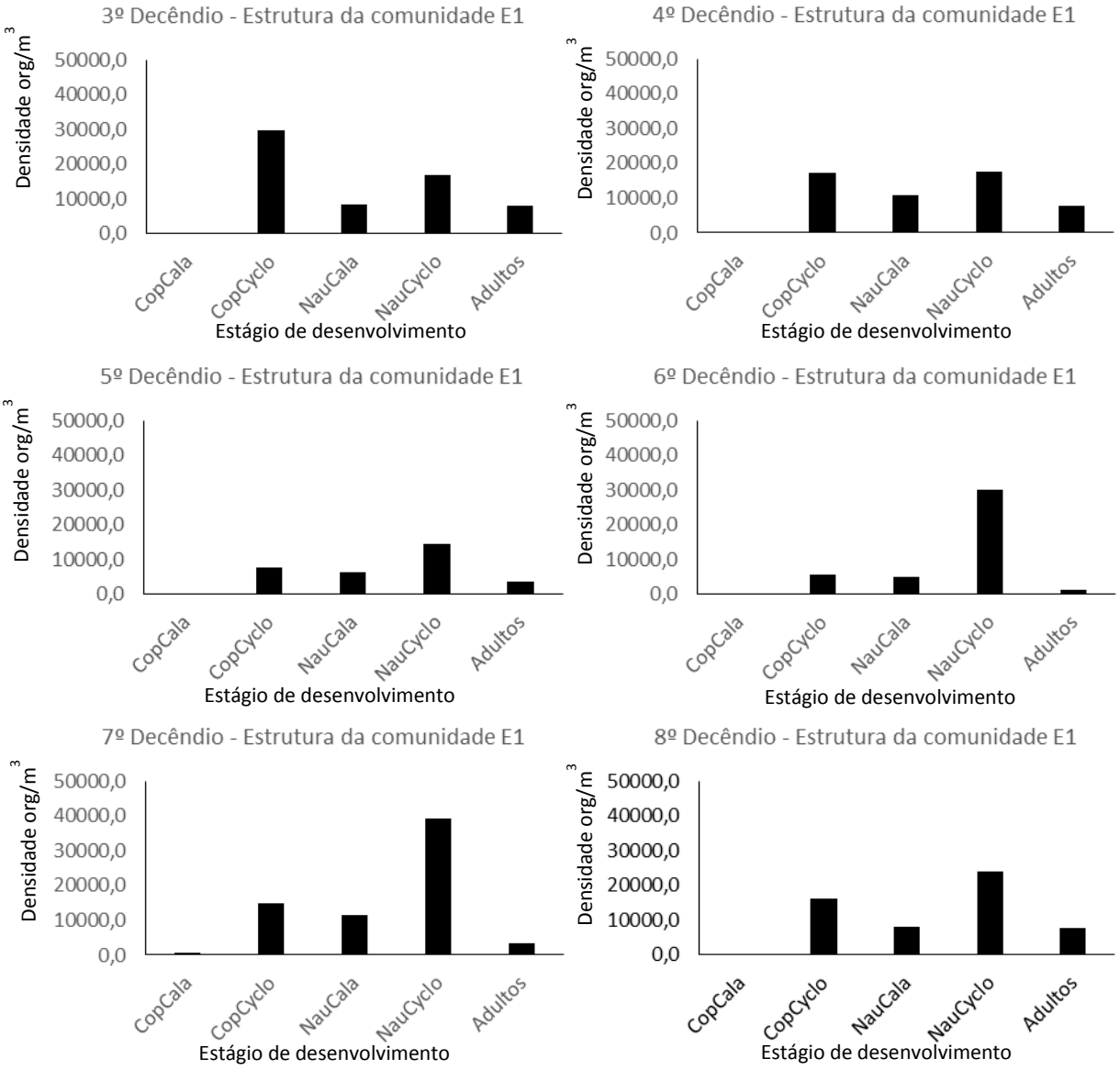


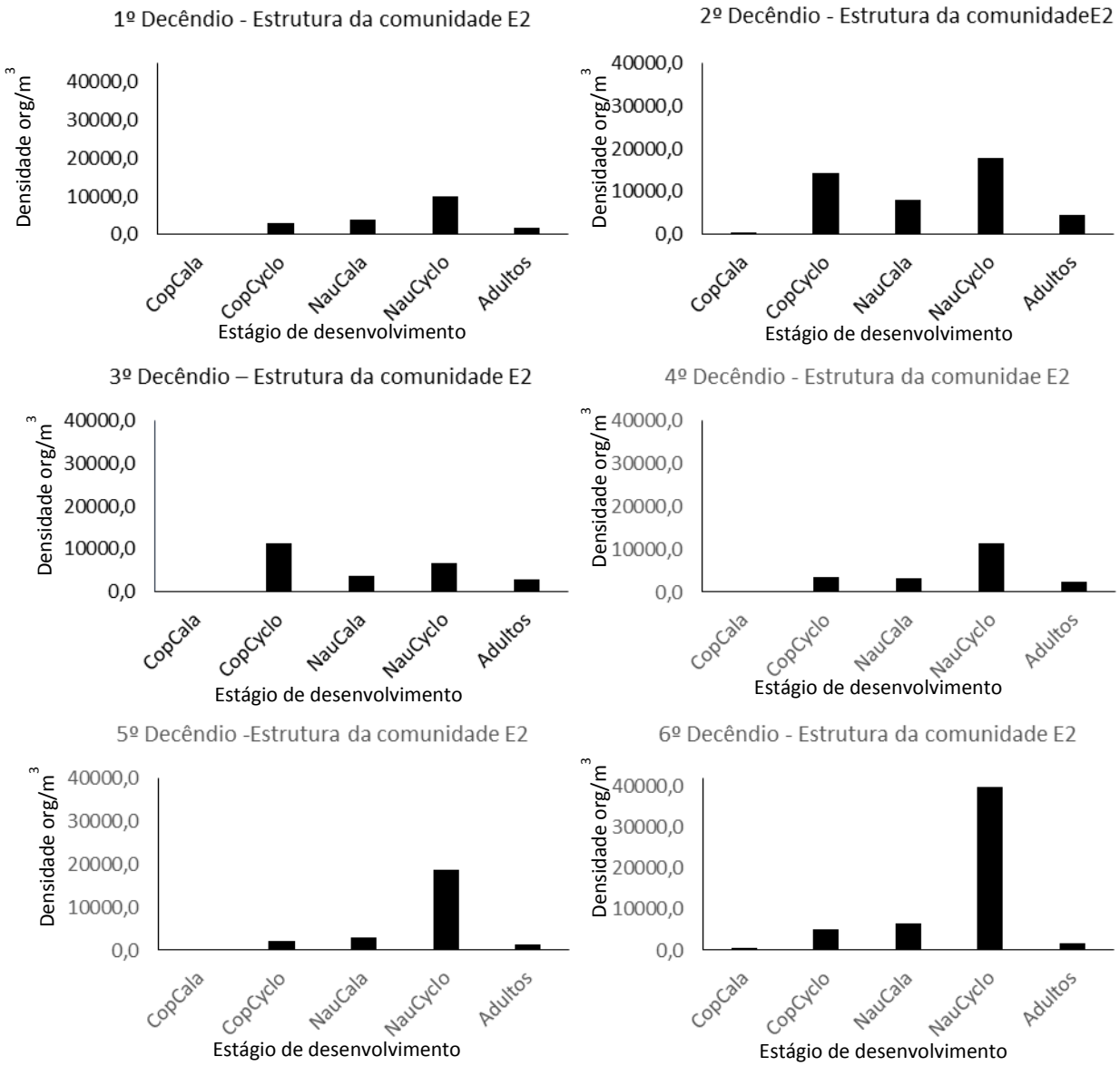
Figura 5. Composição relativa de náuplius, copepoditos e adultos por decêndios na E1.

De acordo com as figuras é possível inferir que a presença das formas adultas ocorre durante todo o período de estudo, porém com baixa ocorrência comparando-se aos copepoditos e náuplius (Figura 5). Na E1 foi observado um pequeno decréscimo na quantidade de adultos no 2º decêndio, período no qual começa a entrar a água do rio Negro no lago, seguido de um ligeiro aumento na densidade no 3º e 4º decêndios e grande queda no 5º, 6º e 7º, retornando a valores similares ao período de isolamento no 8º e último decêndio.

Os náuplius apresentaram comportamento diferente dos copepoditos. Enquanto os náuplius de Cyclopoida da E1 sofrem um descrécimo no 2º, 3º e 4º decantos, os copepoditos de Cyclopoida aumentam na densidade no 2º decêndio atingem seu maior valor no 3º decanto

e sofrem queda no 4º, 5º e 6º decêndio. O pico dos náuplius de Cyclopoida ocorre no 6º decêndio e sofre decréscimo no 7º e 8º decêndio. Por outro lado, nesses mesmos 7º e 8º decêndios os copepoditos de Cyclopoida voltam a aumentar de densidade.

Os náuplius e copepoditos de Calanoida apresentam variações ao longo do estudo, porém menores que observadas em Cyclopoida. Os náuplius de Calanoida diminuem a densidade no 2º e 3º decêndio, tendo um leve aumento no 4º e 5º decanto e voltando a diminuir no 6º decêndio e, por fim sofrendo pequenas variações no 7º e 8º decêndio. Os copepoditos de Calanoida apresentam baixa densidade em todo o período de estudo sendo possível considerar sua expressão no 5º, 6º e 7º decêndio, sendo o seu pico verificado no 7º decêndio.



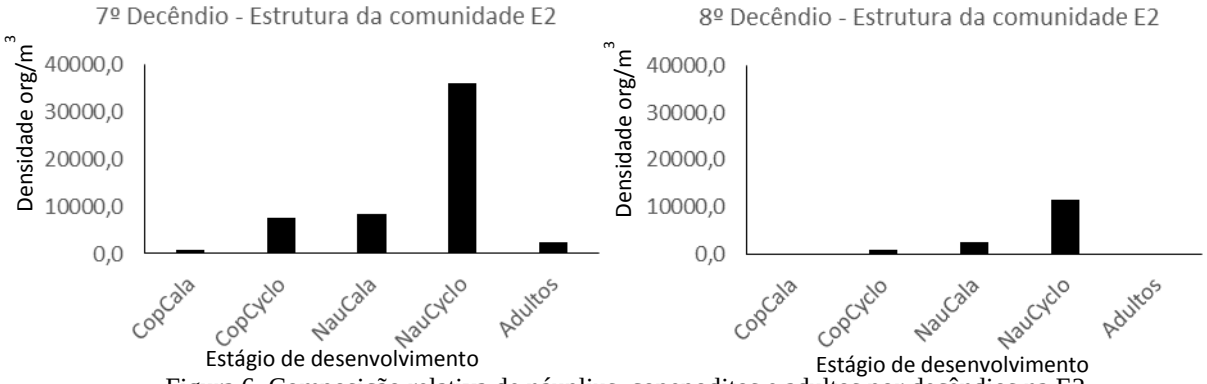
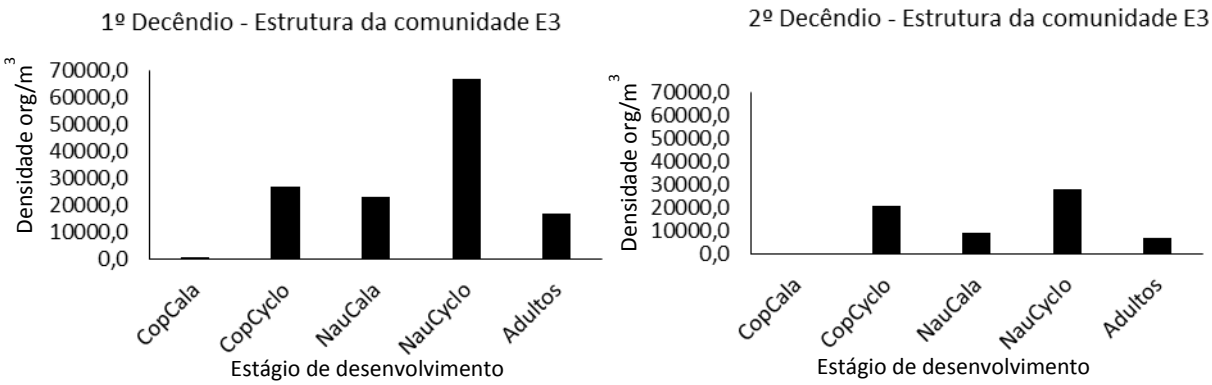


Figura 6. Composição relativa de náuplius, copepoditos e adultos por decêndios na E2.

Os organismos da E2 apresentam comportamento diferente dos indivíduos da E1. Os adultos sofrem ligeiro aumento na densidade no 2º, 3º e 4º decêndio e em seguida grande diminuição até o último decêndio (Figura 6).

O comportamento antagônico de náuplius e copepoditos de Cyclopoida também foi verificado na E2, entretanto a duração da dominância dos náuplius é mais longa que a dominância ocorrida na E1. Essa diferença de duração na dominância pode ser considerada o motivo da comunidade não ter retornado a valores similares ao período de isolamento, fato esse que ocorreu na E1.

Náuplius e copepoditos de Calanoida da E2 apresentam comportamento parecido aos da E1. Os náuplius também diminuem no 2º decêndio com a entrada da água do rio Negro e sofre pequenas variações ao longo de todo o estudo. Os copepoditos são pouco expressivos e seu pico ocorre no 7º decêndio, no mesmo período que ocorreu na E1.



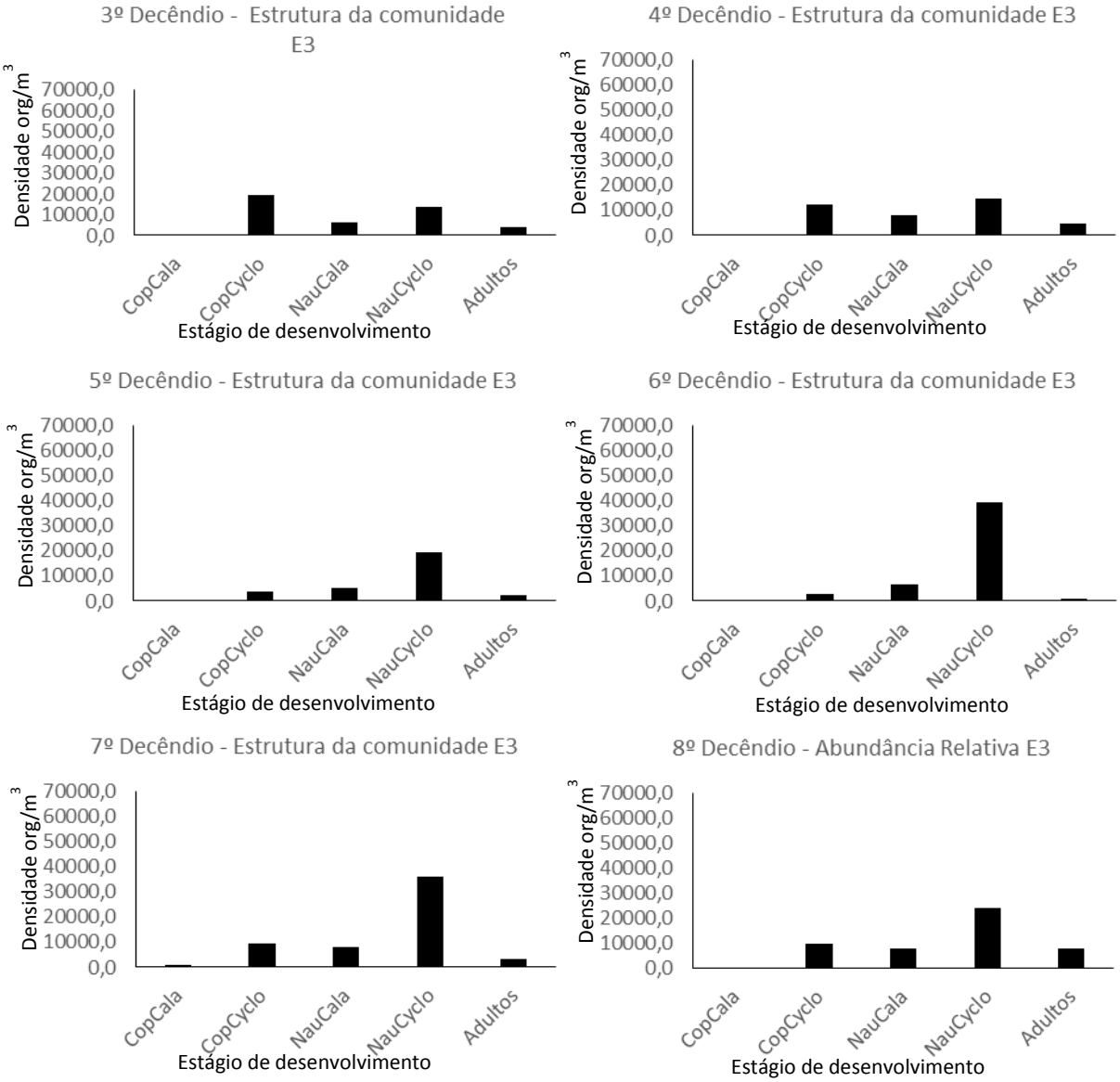


Figura 7. Composição relativa de náuplius, copepoditos e adultos por decêndios na E3.

A E3 apresenta o mesmo padrão de variação da E1, ou seja, com ligeira diminuição dos adultos a partir do 2º decêndio e posterior retorno das proporções no último decêndio (Figura 7). Os náuplius e copepoditos de Cyclopoida e Calanoida também apresenta comportamento muito semelhante aos dos outros organismos da E1, coincidindo até o período que ocorre o pico de copepoditos de Calanoida.

A E1 e E3 mostram mais semelhanças entre si que a E2. Pode-se atribuir essa diferença à E2 estar localizada em uma área com prática de piscicultura o que favorece a predação de formas adultas por larvas de peixes.

A dominância de formas larvais sobre formas adultas de copépodes já foi reportado por diversos autores (Hardy *et al.,* 1984; Robertson e Hardy, 1984; Santos-Silva, 1991; Godoy e Reverol, 2005; Gallo-Sanchez *et al.,* 2009). Dentre esses estudos podemos citar o estudo de Carvalho (1981) que encontrou náuplius respondendo por 60% da composição do zooplâncton no lago Manaquiri, a autora ainda afirma que os adultos, durante um período do ano, podem chegar a participar de apenas 1% da comunidade.

Waichman *et al.,* (2002) encontraram no lago do Camaleão 49% de abundância relativa para copedoditos, seguido dos náuplius com 31% e forma adultas com 20%. No lago Tupé Brandorff e Hardy (2009) afirmam que a comunidade zooplanctônica é formada principalmente por náuplius.

Segundo Edmondson (1959) a alta proporção de formas imaturas de copépodes é o resultado da reprodução contínua desses organismos nas regiões tropicais. A existência de formas larvais e juvenis é de grande importância para a comunidade no que diz respeito a dinâmica populacional e também aspectos tróficos, pois os estágios iniciais de desenvolvimento podem ocupar níveis tróficos diferentes dos adultos (Neves *et al.,* 2003). Enquanto os náuplius e primeiros estágios de copepoditos de Cyclopoida são filtradores e predominantemente herbívoros, os últimos estágios de copepoditos e os adultos possuem hábito raptorial e são predominantemente carnívoros (Huys e Boxshall, 1991).

Foram identificadas diferenças na abundância da comunidade de copépodes entre os decêndios (KW-H(8;221)=33,8158; p=0,00004), sendo possível verificar que após o primeiro decêndio houve uma grande queda nos valores de abundância, o que sugere que inicialmente o influxo da água do rio Negro age negativamente na abundância da comunidade (Figura 8).

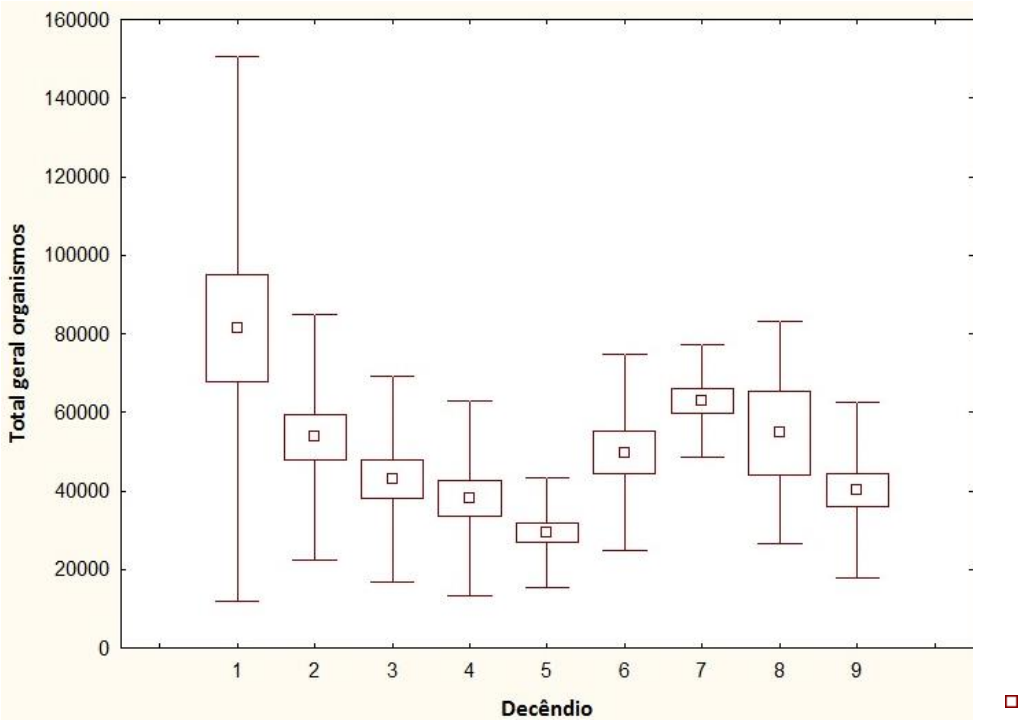


Figura 8. Abundância de copépodes entre os decêndios de na região limnética do lago Tupé. No gráfico são apresentados a média e o desvio padrão.

O lago Tupé apresenta duas situações diferentes ao longo do ano. No período de seca encontra-se mais raso e estratificado, com o aumento no nível da água e influxo da água do rio Negro e as condições se alterando para serem mais homogêneas e oligotróficas durante os períodos de enchente e cheia (Darwich *et al.*, 2005; Ghidini, 2007; Leão, 2010). Essa mudança nas condições físico-químicas da água pode ser um indicativo dos fatores que levam a essa diminuição na comunidade.

Outro estudo que confirma a alteração nas variáveis físico-química da água do lago Tupé foi realizado por Leão (2010), que analisando a variação sazonal e espacial de algas planctônicas no lago durante as fases de variação do nível da água e no rio Negro, constatou que no período de seca e enchente foram verificados os maiores teores de oxigênio dissolvido na coluna d'água. Verificou-se também que a condutividade elétrica diminuiu no lago Tupé durante o período de águas baixas, ao passo que nas amostras realizadas no rio Negro foram registrados valores maiores que os das estações do interior do lago em todo o período de estudo.

Ao contrário do que foi observado por Brandorff e Andrade (1978) que registraram um aumento no número de organismos adultos logo após a entrada de água do rio Solimões no lago Jacaretinga, o presente estudo verificou um decréscimo na quantidade de organismos

adultos e juvenis quando o lago começa a receber a água do rio Negro. Vale ressaltar que o estudo de Brandorff e Andrade (1978) foi realizado com coletas semanais, e levando em consideração que os organismos zooplanctônicos possuem uma alta taxa de reprodução e rápida resposta aos efeitos ambientais, o tempo entre as coletas foi mais extenso comparado ao do presente estudo, o que pode ter provocado perda de informações.

Outro estudo que analisa o efeito da enchente na ecologia dos copépodes é o estudo realizado por Carvalho (1983) no lago Grande, no qual foi verificado um aumento na densidade dos organismos adultos com a entrada da água do rio Solimões e aumento da turbidez. A autora atribuiu essa alteração ao aumento dos nutrientes na coluna d'água. É importante evidenciar que o lago Grande é um lago de várzea que recebe muitos nutrientes e material em suspensão oriundos do rio Solimões, diferente do lago Tupé que é um lago de águas pretas e com baixos níveis de nutrientes. Um fator relevante é o fato do rio Solimões possuir características (temperatura, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, turbidez) bem distintas do rio Negro, o que pode gerar um efeito diferente na comunidade de copépodes.

Um ponto a ser destacado é a diferença na composição das espécies dos lagos de várzea e lagos de água preta. Brandorff (1978) comparando a composição do lago Castanho (água branca) com o lago Tarumã-Mirim (água preta) encontrou 5 calanóides e 3 ciclopóides para o lago de água branca e 7 calanóides e 1 ciclopóide para o lago de água preta. Apenas duas espécies (*Notodiaptomus coniferoides* e *Oithona amazonica*) foram comum no lago Tupé e no lago Grande e o lago Jacaretinga apresentou apenas uma espécie em comum com o lago Tupé (*Notodiaptomus coniferoides*). Considerando a espécie comum aos três lagos, a abundância e ocorrência de *Notodiaptomus coniferoides* foi muito reduzida no lago Tupé comparada aos lagos de várzea, o que dificulta a comparação da influência do fenômeno visto que cada espécie possui biologia e hábitos diferentes.

Um outro fator que pode ter afetado a comunidade de copépodes seria o aumento na predação por peixes planctófagos e larvas de Diptera, como por exemplo, larvas de *Chaoborus*. No presente estudo não foi avaliado a influência da predação sobre a comunidade de copépodes, porém vale ressaltar que Santos-Silva (1991) verificou que no lago Calado as maiores densidades de larvas de *Chaoborus* sp. coincidiram com as menores abundâncias de calanóides adultos. No lago Tupé a existência de larvas *Chaoborus* já foi relatada por Ghidini (2007) e Brandorff e Hardy (2009), sabe-se que esse tipo de larva se alimenta de organismos zooplanctônicos.

ÍNDICE DE DIVERSIDADE

Utilizando os valores médios das densidades dos indivíduos adultos obteve-se os índices de Shannon-Wiener para cada estação de coleta E1, E2 e E3 durante o período de estudo (Figura 9).

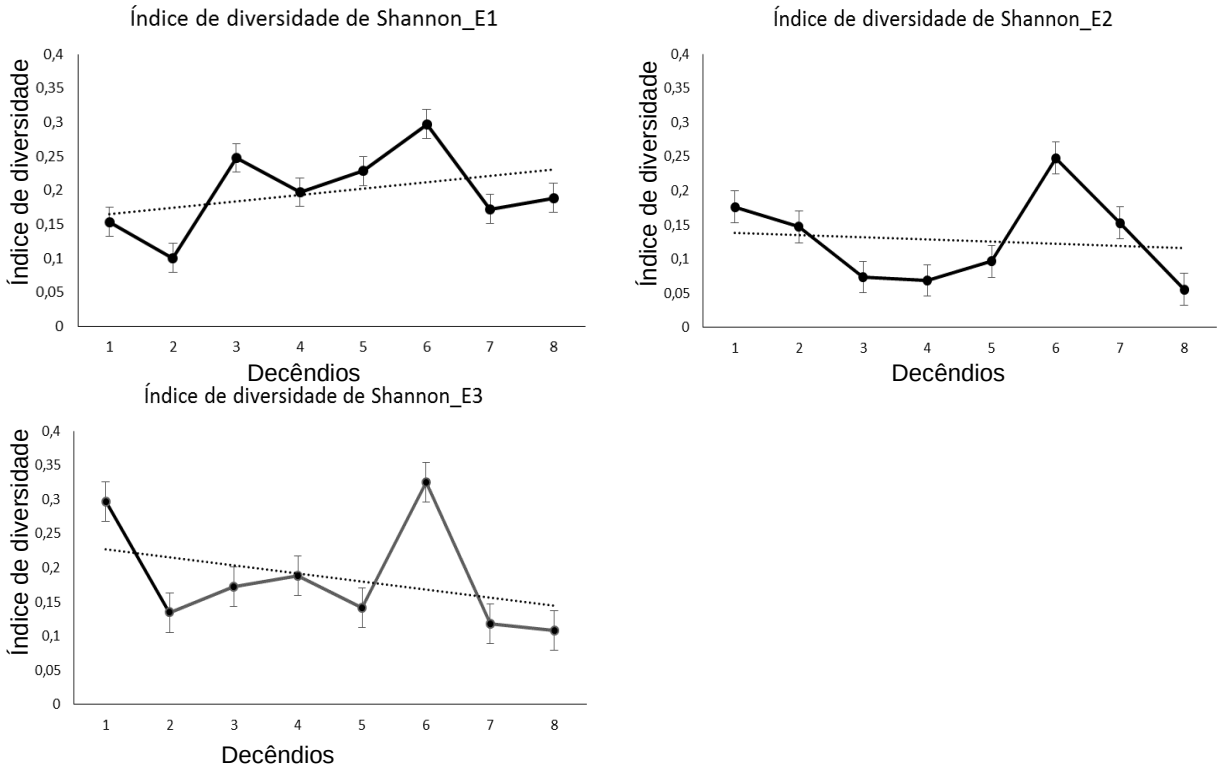


Figura 9. Índice de diversidade de Shannon-Wiener (em bits) durante o período de estudo (decêndios) nas 3 estações amostrais no lago Tupé. A curva de tendência e o desvio padrão estão evidenciados.

Comparativamente, os valores de diversidade observados no lago Tupé durante o período deste estudo (mín=0,07 e máx=0,3 bits) foram baixos aos registrados em outros ambientes brasileiros (Serafim-Júnior *et al.*, 2005; Negreiros *et al.*, 2009). Em comparação à outros estudos realizados na Amazônia, os valores de diversidade observados também foram mais baixos que os dos lagos Cristalino e Tarumã-Mirim (Hardy, 1980) e para a comunidade de cladóceros do lago Tupé (Ghidini, 2011).

É possível verificar que durante todo o período de estudo o índice de diversidade de Shannon-Wiener variou nas três estações de coleta no lago Tupé. Cada estação apresentou um comportamento diferenciado.

A estação 1 (E1) apresentou queda no índice de diversidade entre o 1º e 2º decêndio. Houve um considerável aumento entre o 2º e 3º decêndio, seguido de uma leve queda e consequente aumento, apresentando a máxima diversidade no 6º decêndio.

Na E2 houve uma pequena queda no índice de diversidade entre o 1º e 2º decêndio, porém a maior diminuição ocorreu durante o 2º e 3º decêndio. O índice mostrou-se estável durante o 4º decêndio e apresentou um leve aumento no 5º decêndio. O maior índice de diversidade foi encontrado no 6º decêndio seguido de uma queda no decêndio subsequente.

A estação 3 (E3) apresentou grande queda no índice de diversidade entre o 1º e 2º decêndio. Houve pequenas variações entre o 2º e 5º decêndio. Da mesma forma que na E1 e E2, a E3 apresenta o pico de diversidade no 6º decêndio seguido de um decréscimo no índice.

Os valores registrados para a abundância de espécies de copépodes durante o período de estudo sugere a existência de um padrão de distribuição associado ao período de máximas densidades ou ocorrência. O resultado da análise de médias recíprocas (RA, Eigenvalues: 1º eixo=0,017161 / 2º eixo=0,015578 % explicada acumulada nos dois primeiros eixos = 70,97%), ilustra os padrões de abundância detectados na E1 (Figura 10).

Na E1 ficaram evidentes dois grupos, sendo o primeiro grupo formado pelas espécies *Oithona amazonica, Aspinus acicularis, Rhacodiaptomus retroflexus, Rhacodiaptomus calatus, Dasydiaptomus coronatus, Dactylodiaptomus pearsei* e o segundo grupo formado por *Mesocyclopos brasilianus, Macrocyclops albidus albidus e Rhacodiaptomus calamensis.* A espécie *Notodiaptomus inflatus* e o morfotipo *Thermocyclops* foram consideradas outliers.

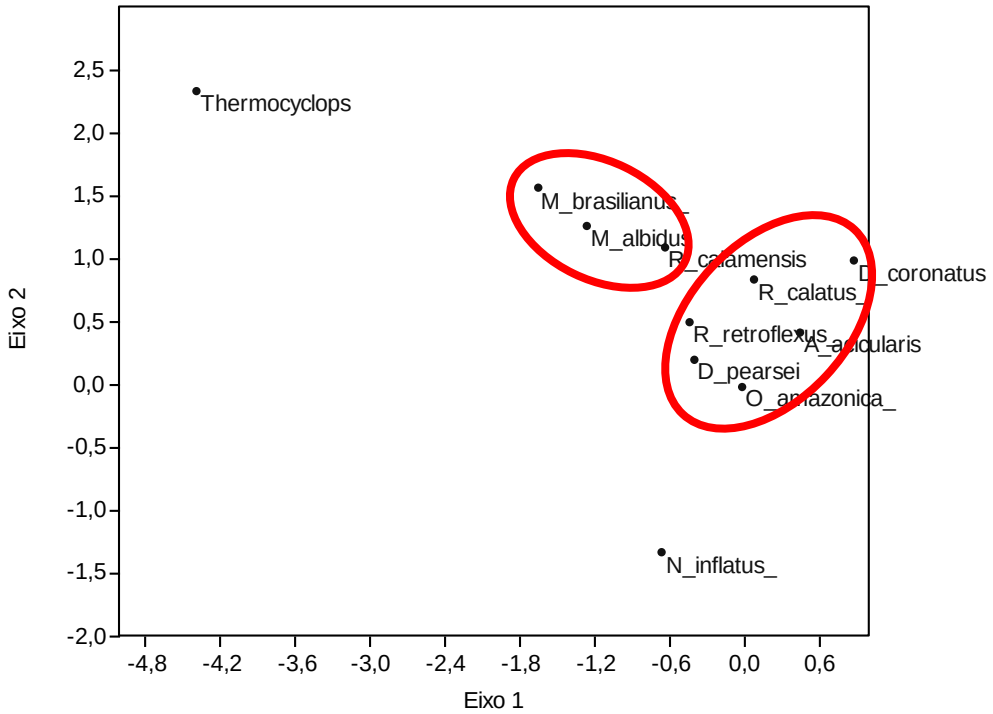


Figura 10. Análise de médias recíprocas com dados baseados na abundância das espécies de copépodes observados entre os meses de Janeiro/2011 e Março/2011 na E1, no lago Tupé.

Para a E2 os valores registrados de abundância das espécies de copépodes durante o início da enchente sugere a existência de um padrão de distribuição associado ao período de máximas densidades ou ocorrência. O resultado da análise de médias recíprocas (RA, Eigenvalues: 1º eixo=0,375194 / 2º eixo=0,036899 % explicada acumulada nos dois primeiros eixos = 91,39%), ilustra os padrões de abundância detectados para a E2 (Figura 11).

Para a E2 houve a criação de dois grupos sendo o primeiro formado por *Oithona amazonica*, *Dasydiaptomus coronatus*, *Mesocyclops brasilianus* e *Aspinus acicularis* essas foram as espécies mais frequentes nessa estação amostral.

O segundo grupo é formado por *Rhacodiaptomus retroflexus* e *Macrocyclops albidus albidus*. *Rhacodiaptomus calatus*, *Metacyclops brauni* e *Notodiaptomus coniferoides* foram considerados outliers.

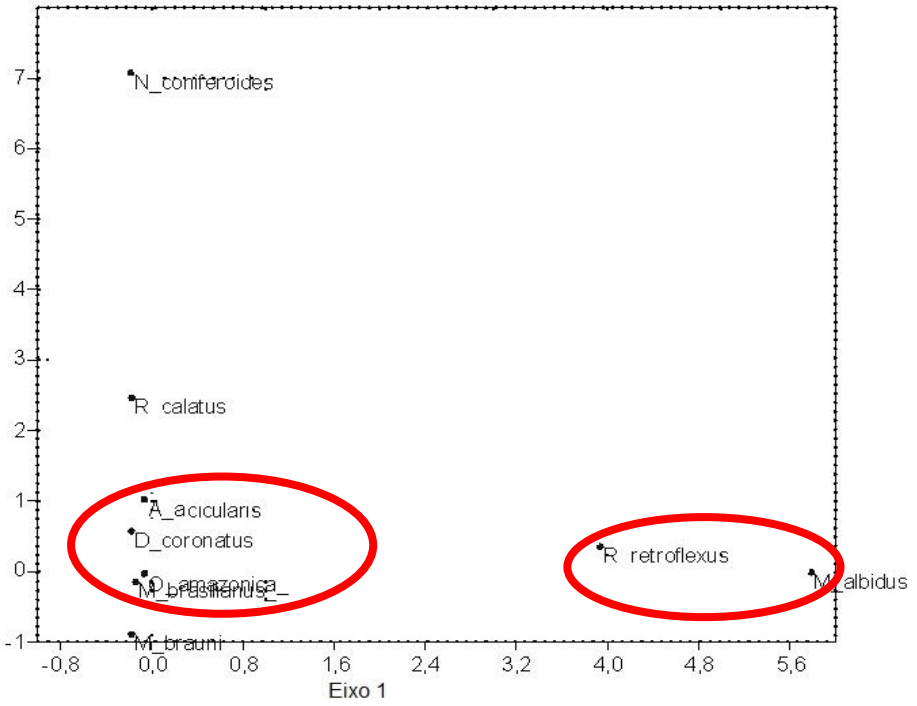


Figura 11. Análise de médias recíprocas com dados baseados na abundância das espécies de copépodes observados entre os meses de Janeiro/2011 e Março/2011 na E2, no lago Tupé.

Na E3 os valores registrados de abundância das espécies de copépodes durante o início da enchente sugere a existência de três grupos associados ao período de máximas densidades ou ocorrência. O resultado da análise de médias recíprocas (RA, Eigenvalues: 1º eixo=10,02 / 2º eixo=20,02 % explicada acumulada nos dois primeiros eixos = 79,97%), ilustra os padrões de abundância detectados para a E3 (Figura 12).

Houve a formação de um grupo composto apenas por *Oithona amazonica* e *Aspinus acicularis* devido a grande densidade em todo o período de estudo dessas espécies.

Segundo grupo é formado por *Rhacodiaptomus calamensis e Dasydiaptomus coronatus* essas espécies apresentaram variações na densidade e ocorreram esporadicamente.

Terceiro grupo é formado por *Mesocyclops brasilianus* e *Macrocyclops albidus albidus*, essas espécies apresentaram maior constância nas amostras, com pequenas variações na abundância. Os outliers são *Rhacodiaptomus retroflexus*, *Rhacodiaptomus calatus* e *Notodiaptomus coniferoides*.

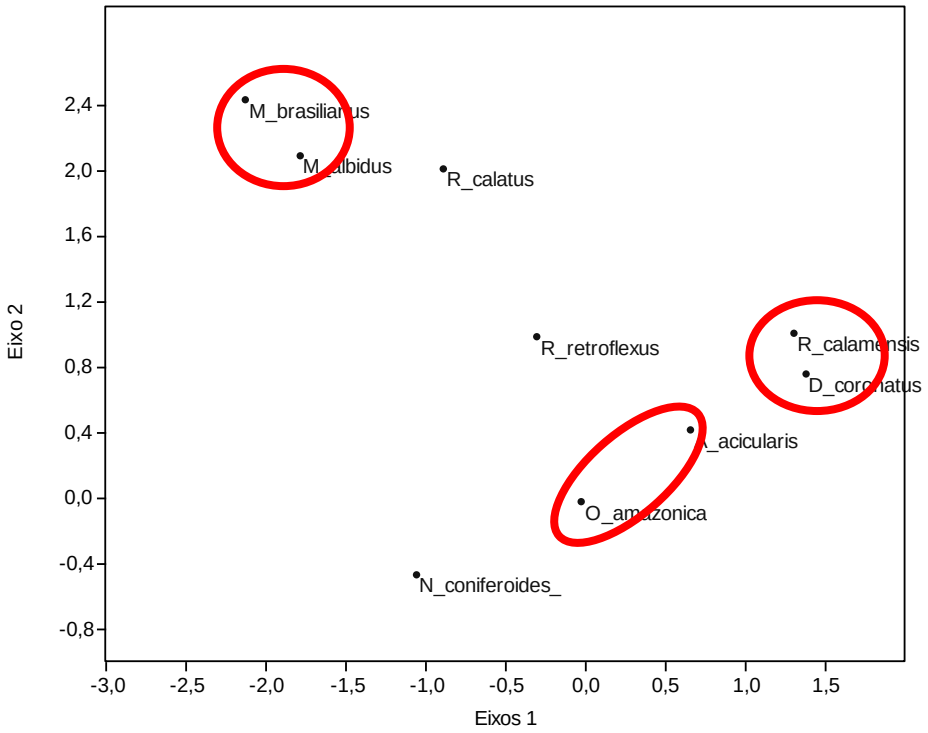


Figura 12. Análise de médias recíprocas com dados baseados na abundância das espécies de copépodes observados entre os meses de Janeiro/2011 e Março/2011 na E3, no lago Tupé.

Foram observados a formação de grupos na análise de cluster em cada estação amostral. Temporalmente, foram agrupadas amostras com as maiores densidades (1º decêndio) e menores densidade (2º, 3º, 4º, 5º, 6º, 7º e 8ª decêndio). Esse grande grupo por sua vez também se dividiu entre os períodos de maiores densidade e diversidade representados pelos 2º, 3º, 4º e 8º decêndios. Essas diferenças no padrão de agrupamento podem estar relacionado diretamente com os efeitos da variação no nível da água no lago Tupé (Figura 13).

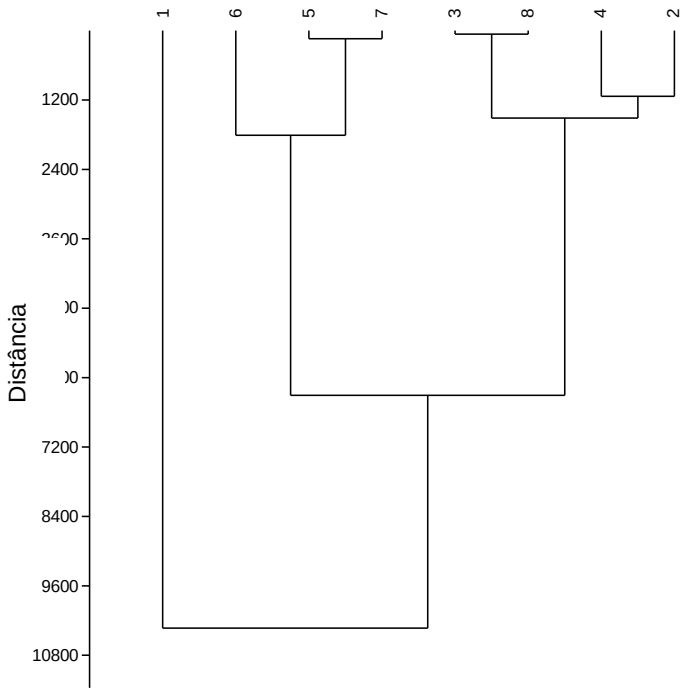


Figura 13. Análises de agrupamento (Método de Ward) considerando a densidade das espécies de copépodes por decêndios, na E1 no lago Tupé.

Na E2 também foram observados a formação de grupos na análise de cluster. Temporalmente, o 2ºdecêndio apresentou maiores densidades comparados ao demais decêndios. No outro grupo formado o 5º e 6º, 7º e 8ª decêndio apresentam as menores densidades sendo o 8º decêndio o com menor diversidade. Essas diferenças no padrão de agrupamento comparada à E1 reflete um comportamento diferente dessa região do lago que pode estar relacionado à alterações locais como evidenciado anteriormente por Robertson e Hardy (1984) que afirmam que a variabilidade nas densidades populacionais dentro de um lago é muitas vezes maior do que a observada entre dois ou mais ambientes (Figura 14).

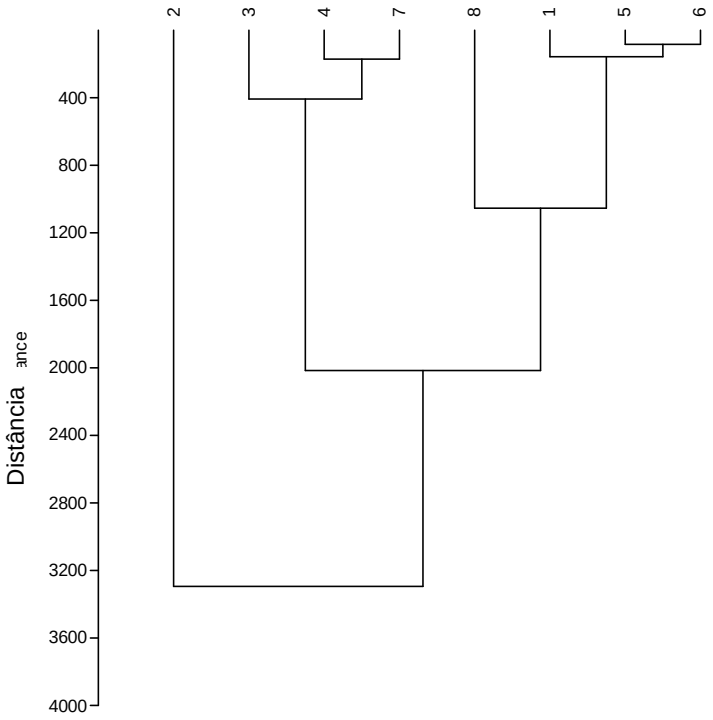


Figura 14. Análises de agrupamento (Método de Ward) considerando a densidade de espécies de copépodes por decêndios, na E2 no lago Tupé.

A E3 apresentou comportamento semelhante à E1, no qual foram observados a formação de grupos na análise de cluster, sendo o 1º decêndio separado dos demais devido à grande densidade nesse período. A diferença entre E1 e E3 deve-se ao fato de que na E3 a densidade dos organismos diminui progressivamente e só apresenta aumento no 8º decêndio, diferente da E1 que entre o 3º e 4º há um leve aumento na densidade dos organismos (Figura 15).

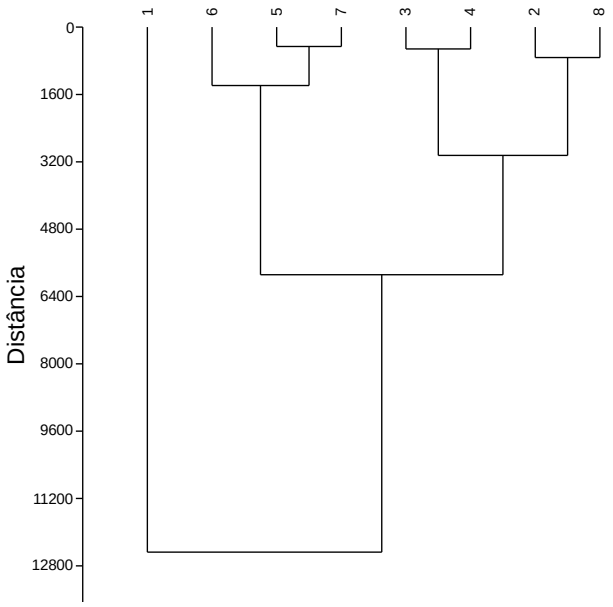


Figura 15. Análises de agrupamento (Método de Ward) considerando as densidades das espécies de copépodes por decêndios, na E3 no lago Tupé.

CONCLUSÃO

A entrada da água do rio Negro durante o presente estudo influenciou negativamente a abundância da comunidade de copépodes no lago Tupé.

Foi constatado que houve um aumento na diversidade e riqueza de espécies no decorrer da enchente.

A estrutura da comunidade sofreu alterações na abundância durante o período de estudo, o que pode ser indicado pelas variações na quantidade de náuplius e copepoditos.

Foi verificado que entrada da água do rio Negro afetou em maior proporção a abundância de náuplius e copépodes adultos comparado aos copepoditos.

A espécie de Cyclopoida *Oithona amazonica* foi a mais frequente e abundante em todo o período de estudo. A máxima abundância dessa espécie ocorreu no período que o lago Tupé estava isolado do rio Negro.

A espécie de Calanoida mais abundante nas três estações amostrais foi *Aspinus acicularis,* que apresentou máxima abundância no período de isolamento do lago.

Outros estudos devem ser realizados a fim de evidenciar quais características da água do rio Negro causam a diminuição do número de organismos em lagos de águas pretas levando em consideração não apenas aspectos físicos, químicos, físico-químicos da água mas também aspectos biológicos (predação de peixes planctívoros, larvas de peixes e larvas *Chaoborus*).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anneville, O.; Molinero, J.C.; Souissi, S.; Balvay, G.; Gerdeaux, D. 2007. Longterm changes in the copepod community of Lake Geneva. *Journal Plankton Research*, 29: 149– 159.

Aprile, F.M.; Darwich, A.J. 2005. Modelos geomorfológicos para o lago Tupé. In: Santos-Silva, E.N.; Aprile, F.M.; Scudeller, V.V.; Melo, S. (Ed.). *Biotupé: meio físico, diversidade biológica e sociocultural do baixo Rio Negro, Amazônia Central*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus. p. 3-18.

Bayley, P.B. 1982. *Central Amazon Fish Populations: Biomass, Productions and some Dynamics Characteristics*.Tese de Doutorado. Dalhousie University, Halifax. 330p.

Bezerra-Neto, J.F.; Pinto-Coelho, R.M. 2002. A influência da larva de *Chaoborus brasiliensis* (Theobald, 1901) (Diptera, Chaoboridae) na distribuição vertical da comunidade zooplanctônica da lagoa do Nado, Belo Horizonte, Estado de Minas Gerais. *Acta Scientiarum,* 24: 337-344.

Borges, M.G; Pedrozo, C.S. 2009. Zooplankton (Cladocera, Copepoda and Rotifera) richness, diversity and abundance variations in the Jacuí delta, RS, Brazil, in response to the fluviometric level. *Acta Liminologica Brasiliensia*, 21 (1): 101-110.

Bottrell, H.H; Duncan, A; Gliwick, Z.M; Grygierek, E; Herzig, A; Hillbricht-Ilkowska, A; Kurasawa, H; Larsson, P; Weglenska, T. 1976. A review of some problems in zooplankton productions studies. *Norwest Journal Zoology*, 24: 419-456.

Boxshall, G.A.; Defaye, D. 2008. Global diversity of copepods (Crustacea: Copepoda) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 195–207.

Bozelli, R.L.1994. Zooplankton community density in relation to water fluctuation and inorganic turbidity in an Amazonian lake, Lago Batata, State of Para, Brazil. *Amazoniana,* 13: 17–32.

Brandorff, G.O.1976. A new species of *Bosminopsis* (Crustacea:Cladocera) from the Rio Negro. *Acta Amazonica,* 6:109-114.

Brandorff, G. O. 1977. Untersuchungen zur populations dynamik des Crustaceenplanltons im Tropischen Lago Castanho (Amazonas, Brasilien). Tese de Doutorado. Universidade de Kiel. Alemanha. 108 pp.

Brandorff, G.O.1978. Preliminary comparison of the crustacean plankton of a white water and a black water lake in Central Amazon. *Verh. Internat.Verein. Limnologic*. 20: 1198-1202.

Brandorff, G.O.; Andrade, E.R.1978. The relationship between the water level of the Amazon River and the fate of the zooplankton population in lago Jacaretinga. A várzea lake in the Central Amazon. Stud. *Neotropical. Fauna & Environmet*, 13: 63-70.

Brandorff, G.O.; Hardy, E.R. 2009. Crustacean zooplankton of Lago Tupé, a neotropical black water lake in the Central Amazon. In: Santos-Silva, E.N.; Scudeller, V.V. (Eds.) *Biotupé: meio físico, diversidade biológica e sociocultural, volume 2.* Ed. UEA. Manaus. 37-53.

Brandorff, G.O; Koste, W.; Smirnov, N.N. 1982. The composition and structure of Rotiferan and Crustacean communities of the Lower Rio Nhamundá, Amazonas, Brazil. *Studies of Neotropical Fauna and Environment*. 17: 69-12.

Burckhardt, G. 1912. Ein zweiles Cyclopidegenus in süssen wasser. *Zool. Anz.* 39: 725-727.

Calixto, L.S.F.; Ghidini, A.R.; Silva, E.A.; Santos-Silva, E.N. 2011. Distribuição espaço temporal da riqueza e abundância do zooplâncton no lago Tupé, baixo rio Negro, Amazonas, Brasil. In: Santos -Silva, E.N.; Aprile, F.M.; Scudeller, V.V. & Melo, S. (Ed). *BioTupé: Meio Físico, Diversidade Biológica e Sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central*.v.3. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, p. 203-233.

Carvalho, M.L. 1981. *Alimentação do tambaqui jovem (Colossoma macropomum Cuvier, 1818) e sua relação com a comunidade zooplanctônica do lago Grande – Manaquiri, Solimões – AM.* Dissertação de mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus. 90pp

Carvalho, M.L. 1983.Efeitos da flutuação do nível da água sobrea densidade e composição do zooplâncton em um lago de várzea da Amazônia, Brasil. *Acta Amazonica*, 13: 715-724.

Carvalho, M.L. 1984.Influence of predation by fish and water turbidity on a *Daphnia gessneri* population in an Amazonian flood-plain lake, Brazil. *Hydrobiologia*, 113: 243-247.

Chesson, P. L. 1986. Environmental variation and the coexistence of species. In: Diamond. J e Case.T. (Ed). *Community Ecology*. Harper e Row. Nova York, p.240-256.

Chiarucci, A.; Bacaro, G.; Rocchini, D.; Fattorini, L. 2008. Discovering and rediscovering sample based rarefaction formula in the ecological literature. *Community Ecology*, 9(1): 121-123.

Cryer, M.; Townsend, C.R. 1988. Spatial distribution of zooplankton in a shallow eutrophic lake, with a discussion of its relation to fish predation. *Journal of Plankton Research*. 10(3): 487-501

Darwich, A.J; Aprile, F.M.; Robertson, B.A. 2005. Variáveis limnológicas: contribuição ao estudo espaço-temporal de águas pretas amazônicas. In: Santos -Silva , E.N.; Aprile, F.M.; Scudeller, V.V.; Melo, S. (Eds). *BioTupé: Meio Físico, Diversidade Biológica e Sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central.*Vol.1. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, p. 19-34.

Dajoz, R. 1973. *Ecologia geral*. 3ªEd. Petrópolis. 471pp.

Dussart, B.H.; Defaye, D. 1995. *Copepoda: Introduction to the Copepoda*. Academic Publishing. The Hague. 277pp.

Edmondson, W.T. 1959. *Freshwater biology.* 2 ªEd. John Wiley. New York. 1248pp.

Fisher, T.R.; Melack, J.M.; Robertson, B.; Hardy, E.R.; Alves, L.F. 1983. Vertical distribution of zooplankton and physico-chemical condition during a 24-hour period in an Amazon floodplain lake – lago Calado, Brazil. *Acta Amazonica*, 13(3-4): 476-487.

Gallo-Sanches, L.J; Aguirre-Ramirez, N.J; Palacio-Baena, J.A; Ramirez-Restrepo. A. 2009. Zooplancton (Rotifera y microcrustacea) y su relación con los cambios del nivel del agua en la ciénaga de Ayapel – Córdoba Colombia. *Caldasia,* 31: 339-353.

Ghidini, A.R. 2007.*Distribuição vertical nictemeral de Cladocera (Crustacea: Branchiopoda) no lago Tupé, rio Negro, Amazonas, Brasil.* Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Universidade Federal do Amazonas. 67pp.

Ghidini, A.R. 2011. *Cladóceros (Crustacea: Anomopoda e Ctnenopoda) associados a diferentes hábitats de um lago de águas pretas da Amazônia Central (Lago Tupé, Amazonas, Brasil).* Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas. 144pp.

Goulden, C.E. 1969. Temporal changes in diversity. *Broakhaven Synposia in Biology*. 22: 96-102.

Guillaumet, J.L.; Oliveira-Marques. F. A.; Tancrede, A.C.; Cunha, H.B.; Senna, R.C.; Igreja, S.M.S.; Merona, B. 1988. Eléments d´hydrologie. In: *Conditions Écologiques et Économiques de la Production d´un Île De Várzea: l´Île de Careiro*. Rapport Terminal. p: 21-35.

Godoy, A.R.; Reverol, Y.M. 2005. Variación temporal de los copépodos de dos lagunas de inundación del río Caura, Estado Bolivar, Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*, 39: 262-276.

Hammer, O.; Harper, D.A.T.; Ryan P.D. 2001. Past: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontological Eletronical*, 4(1): 1-9.

Hamilton, S.K; Sippel, S.J; Lewis, W.M.Jr.; Saunders, J.F.III. 1990. Zooplankton abundance and evidence for its reduction by macrophyte mats in two Orinoco floodplain lakes. *Journal of Plankton Research*, 12: 345-363.

Hardy, E.R. 1980. Composição do zooplâncton em cinco lagos da Amazônia Central. *Acta Amazonica*, 10: 577- 609.

Hardy, E.R.; Robertson, B.; Koste, W. 1984. About the relationship between the zooplankton and fluctuating water level of Lago Camaleão; a Central Amazonian varzea lake. *Amazoniana*, 9 (1): 43-52.

Hynes, H.B.N. 1970. The ecology of running waters. Great Britain. University Toronto. 555p.

Huys, R.; Boxshall, G.A.1991. *Copepod Evolution*. Roy Society London. London.

JosedePaggi, S.; Paggi, J.C. 2007. Zooplankton. In: Iriondo, M.; Paggi, J.C.; Parma, J.M. (Eds.). *The Middle Paraná: limnology of a subtropical wetland.* Berlin Heidelberg, Springer-Verlag. p.229- 249.

Junk, W.J.; Bayley, P.B.; Sparks, E.R. 1989. The flood pulse concept in riverfloodplain systems. In: Dodge, D.P. (Ed.). *Proceedings of the International Large River Symposium*. Canadian Special Publishing on Fisheries and Aquatic Sciences, 106: 110-127.

Junk, W.J.; Howard-Williams. 1984. Ecology of aquatic macrophytes in Amazônia. 269. In: Sioli, H. (Ed.). *The Amazon: Limnology and landscape ecology of a might tropical river and its basin* (Monoggraphiae Biologicae; 56). Dorbrecht: Dr. W. Junk, p. 270-293.

Junk, W.J. 1999. The pulse concept of large rivers: learning from the tropics. Large Rivers vol. 11, nº3. Arch. *Hydrobiology Suppl.,* 115(3): 261- 280.

Keppeler, E.C. 2003. Comparative study of the zooplankton composition of two lacustrine ecosystems in Southwestern Amazonia. *Acta Scientarium*. 25: 467-477.

Keppeler, E.C.; Hardy, E.R. 2004 Abundance and composition of Rotifera in abandoned meander lake (Lago Amapá) in Amazonia. *Revista Brasileira de Zoologia*. 21(2): 233-241.

Lansac-Tôha, F. A.; Bonecker, C. C.; Velho, L. F. M. 2004. Composition, species richness and abundance of the zooplankton community. In: Thomaz. S.M.; Agostinho, A. A. e Hahn, N. S. (Eds.) *The Upper Paraná River and its Floodplain: Physical Aspects, Ecology and Conservation*. Backhuys Publishers. pp. 145–190.

Leão, B.M. 2010. *Composição florística e flutuação espacial e temporal do fitoplâncton do lago Tupé (Amazonas, Brasil).* Tese de Doutorado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 156p.

Lehman, J.T. 1991. Interacting growth and loss rates: the balance of top-down and bottom-up controls in plankton communities. *Limnology Oceanography*. 36 (8):1546-1554.

Lovik, J.E.; Kjelliberg, G. 2003 Long-term changes of the crustacean zooplankton community in Lake Mjøsa, the largest lake in Norway. *Journal Limnology*. 62: 143–150.

Mauchline, J. 1998. *The biology of calanoid copepods*. Advances in Marine Biology. Academic Press, London. 710pp.

Matsumura-Tundisi, T.; Rocha, O.; Tundisi, J.G. 1987. Carbon uptake by *Diaptomus corderoi* and *Thermocyclops minutus* feeding on different size fractions of phytoplankton from lake Dom Helvécio. In: Saijo, Y e Tundisi, J.G. (Eds*). Limnological studies in Rio Doce Valley lakes and Pantanal wetlands, Brazil.* Nagoya University Publisher, Japan. pp. 103-111.

Melo, N.F.A.C.; Paiva, R.S.; Silva, M.M.T. 2006. Considerações Ecológicas sobre o zooplâncton do lago Bolonha, Belém, Pará, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Ciências Naturais* 3: 220-230.

Nessimian, J. L.; Ribeiro, J. R. I. 2000. Aspectos da biologia de *Buenoa platycnemis* (Fieber) (Insecta, Heteroptera, Notonectidae) da Restinga de Maricá, Rio de Janeiro. *Revista Brasileira Zoologia*, 17: 229- 39.

Negreiros, N.F.; Rojas, N.E., Rocha, O.; Santos-Wisniewski, M.J. 2009. Composition, diversity and short-term temporal fluctuations of zooplankton communities in fish culture ponts (Pindamonhangaba), SP. *Brazilian Journal of Biology*, 69(3): 785-794.

Neves, I.F; Rocha, O.; Roche, K. F.; Pinto, A.A. 2003. Zooplankton community structure of two marginal lakes of the river Cuiabá (Mato Grosso, Brazil) with analysis of Rotifera and Cladocera diversity. *Brazilian Journal of Biology*, 63(2) 329-343.

Oliva-Segundo, W.P.F. 2013. Riqueza, composição, abundância e distribuição de ciclopóides nas regiões litorânea e limnética do lago Tupé, Manaus, AM, Brasil. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Manaus, Amazonas. 54pp

Parturej, E.; Bogacka-Kapusta, E.; Kapusta, Andrzej. 2007. Abundance and Diversity of Zooplankton in the Littoral zone of Lake Lichnskie. *Archives of Polish Fisheries*. 15(4):353-367.

Pennak, R.W. 1957. Species composition of limnetic zooplankton communities. *Limnology Oceanography.* 2: 222-232.

Poi-de-Neiff, A.; Zozaya, I.Y.B. 1989. Efecto de las crecidas sobre las poblaciones de invertebrados que habitan macrófitas emergentes en islas del rio Paraná. *Hydrobiology Tropical*, 22:13-20.

Previattelli, D.; Santos-Silva, E.N.; Darwich, A.J. 2005. Distribuição vertical do zooplâncton e sua relação com as variáveis ambientais. In: Santos -Silva , E.N.; Aprile, F.M.; Scudeller, V.V.; Melo, S. (Ed.). *Biotupé: meio físico, diversidade biológica e sócio-cultural do baixo Rio Negro, Amazônia Central*, v.1. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus, Amazonas, p.109-121.

Previattelli, D.; Santos-Silva, E.N. 2011. Predação de zooplâncton por peixes no lago Tupé, Manaus-AM. In: Santos -Silva, E.N.; Aprile, F.M.; Scudeller, V.V.; Melo, S. (Ed.). *Biotupé: meio físico, diversidade biológica e sócio-cultural do baixo Rio Negro, Amazônia Central*, vol 3. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus, Amazonas, p.241-252.

Rai, H.; Hill, G. 1981. Physical and chemical studies of lago Tupé, a Central Amazonian black water, “Ria Lake”. *International Review Hydrobiology and Hydrography,* 66 (1): 37-82.

Reid, J. 1985. Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para as espécies continentais sulamericanas de vida livre da ordem Cyclopoida (Crustácea Copepoda). *Boletim de Zoologia*, (9):17-14.

Reid, J. 1989. The distribution of species of the genus *Thermocylops* (Copepoda, Cyclopoida) in the western hemisphere, with description of *T. parvus*, new species. *Hydrobiologia*. 175: 149-174.

Robertson, B.A.; Hardy, E.R. 1984. Zooplankton of Amazonia lakes and rivers. In: Sioli, H. (Ed.). *The Amazon*. Springer-Verlag, Dodrecht, p. 337-352.

Rocha, C.E.F. 1985. Freshwater copepods of the Genus *Oithona* Baird,1843 from the Amazonian Region (Brazil). *Hydrobiologia tropical*. 18(3):213-220.

Santos-Silva, E.N. 1991. *Composição, abundância e reprodução de Calanoida (Copepoda) do Lago Calado, Amazônia Central.* Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 143pp.

Santos-Silva, E.N. 2008. Calanoid Copepods of the families Diaptomidae, Pseudodiaptomidae and Centropagidae from Brasil. *Biologia Geral e Experimental*, 8(1): 3-67.

Santos-Silva, E.N.; Boxshall, G.A.; Rocha, C.E.F. 1999. The Neotropical Genus *Notodiaptomus* Kiefer, 1936 (Calanoida: Diaptomidae): Redescription of the Type Species *Notodiaptomus deitersi* (Poppe, 1891) and Designation of a Neotype. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. 34(2):114-128.

Santos-Silva, E.N.; Robertson, B.A.; Reid, J. W.; Hardy, E.R. 1989. Atlas de copépodos planctônicos, Calanoida e Cyclopoida (Crustacea), da Amazônia Brasileira. I. Represa do Curuá-Una, Pará. *Revista Brasileira de Zoologia*, 6(4): 725-758.

Scudeller, V.V; Aprile, F.M.; Melo, S; Santos-Silva, E.N. 2005. Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé: Características gerais. In: Santos-Silva, E.N.; Aprile, F.M.; Scudeller, V.V.; Melo, S. (Ed.). *Biotupé: Meio físico, diversidade biológica e sócio-cultural do baixo rio Negro, Amazônia Central*. Vol.1. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus, Amazonas, p.XI-XXI.

Sendacz, S.; Kubo, E. 1999. Zooplâncton de reservatórios do alto Tietê, Estado de São Paulo. In: Henry, R. (Ed.) Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. Fapesp/Fundibio, Botucatu. 511-529.

Serafim-Junior, M; Lansac-Tôha, F.A.; Bini, L.M; Velho, L.F.M.; Bonecker, C.C. 1997. Influência das oscilações dos níveis hidrométricos sobre a riqueza de espécies da comunidade zooplanctônica durante um ciclo anual no sistema rio Ivinheima-Lagoa dos Patos da planície de inundação do rio Paraná superior (Mato Grosso do Sul - Brasil). In: *II Congresso Argentino de Limnologia.1997.* Buenos Aires.

Serafim-Júnior, M.; Ghidini, A.R.; Perbiche-Neves, G.; Brito, L. de. 2005. Comunidade Zooplanctônica. In: Andreoli, C.V.; Carneiro, C. *Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados.* Sanepar. Curitiba. 409-434.

Simões, N.R.; Sonoda, S.L.; Ribeiro, M.M.S. 2008. Spatial and seasonal variation of microcrustaceans (Cladocera and Copepoda) in intermitente rivers in the Jequiezinho River Hydrographic Basin, in the Neotropical semiarid. *Acta Limnologica Brasiliensis*, 20(3):197-204.

Sioli, H. 1957. Sedimentation im Amazonasgebiet. *Geologic Rundschau*, 45: 608-633.

Sioli, H. 1984. *The Amazon: Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin.* W. Junk Publishers, Dordrecht.

Sousa, W.; Attayde, J. L.; Rocha, E. D. S. ; Eskinazi-Sant'Anna, E. M. 2008. The response of zooplankton assemblages to variations in the water quality of four manmade lakes in semi-arid northeastern Brazil. J. Plankton Res., 30, 699-708.

Souza-Franco, G.M.; Takeda, A.M. 2000. Invertebrates associated with *Paspalum repens* (Poaceae) at the mouth of Caracu stream (1991-1992), affluent of the Paraná River, Porto Rico - PR - Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology* p.317-325.

Thomaz, S.M.; Roberto, M.C.; Bini, LM. 1997 Caracterização limnológica dos ambientes aquáticos e influência dos níveis fluviométricos. In: Vazzoler, A.E.A.V.; Agostinho, A.E; Hahm, N.S. (Ed.). *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos.* Maringá: EDUEM. p. 73-102

Tonolli, V. 1971. Zooplankton: Methods of collection. In: Edmondson, W.T.; Winberg, G.G. (Ed.). *A Manual on Methods for the Assessment of Secondary Productivity in Freshwaters*, International Biological Programme. Blackwell Scientific Publications, Oxford and Edinburgh, Inglaterra. p. 1-6.

Tundisi, J.G.; Matsumura-Tundisi, T.; Henry, R.; Rocha, O. 1988. Comparison of the trophic state of 23 reservoirs of São Paulo State: Eutrophication and management. In Tundisi. J.G (Ed) *Limnologia e Manejo de represas*. p.165-204.

Twombly, S.; Lewis, A.M.J. 1987. Zooplankton abundance and species composition in Laguna la Orsinera, a Venezuelan floodplain lake. *Arch. Hydrobiolol*. 1:87-107.

Velho, L.F.M.; Lansac-Tôha, F.A.; Takeda, A.L.; Higuti, J.; Souza-Franco, G.M.S. 2001. Structure and dynamics of the cyclopoida copepod (Crustacea) assemblage associated with aquatic macrophytes in two lotic enviroments of the Upper Paraná river basin, Brazil. *Acta Scientiarum.* 23(2):349-356.

Waichman, A.V.; García-Dávila, C.R.; Hardy, E.R.; Robertson, B.A. 2002. Composição do zooplâncton em diferentes ambientes do lago Camaleão, na ilha da Marchantaria, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*. 32 (2): 339-347.

Wetzel, R.G. 1983. *Limnology.* 2ª Ed. CBS College Publisher. 767 pp.

CONCLUSÃO FINAL

A entrada da água do rio Negro durante a enchente influenciou negativamente a abundância da comunidade de copépodes no lago Tupé.

Foi constatado que houve um aumento na diversidade e riqueza de espécies no decorrer da enchente.

A máxima abundância dos copépodes ocorreu no período que o lago Tupé estava isolado do rio Negro.