



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
MESTRADO EM AQUICULTURA E RECURSOS AQUÁTICOS TROPICAIS**

JOÃO VITOR DE MOTA MORAIS

**ESTRUTURA ESPAÇO-TEMPORAL DA COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA DO
RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA DE TUCURUÍ (PARÁ – BRASIL)**

BELÉM

2020

JOÃO VITOR DE MOTA MORAIS

**ESTRUTURA ESPAÇO-TEMPORAL DA COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA DO
RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA DE TUCURUÍ (PARÁ – BRASIL)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da
Amazônia, como parte das exigências do Programa de
Pós-graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos
Tropicais, para obtenção do título de Mestre.

Área de concentração Ecologia Aquática e Manejo de
Recursos Naturais.

Orientador: Prof^o. Dr. Eduardo Tavares Paes

Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA

Co-orientadora: Dr^a Samara Cristina Campelo Pinheiro

Instituto Evandro Chagas-IEC

BELÉM

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- M827e Morais, João Vitor de Mota
 Estrutura Espaço-Temporal da Comunidade Zooplancônica do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) / João Vitor de Mota Morais. - 2020.
 86 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Programa de PÓS-GRADUAÇÃO em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais (PPGARAT), Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2020.
 Orientador: Prof. Dr. Eduardo Tavares Paes
 Coorientador: Profa. Dra. Samara Cristina Campelo Pinheiro.
1. Reservatório Amazônico. 2. Ecologia aquática. 3. Zooplâncton de água doce. I. Paes, Eduardo Tavares. *orient.* II. Título
-

JOÃO VITOR DE MOTA MORAIS

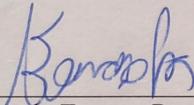
**ESTRUTURA ESPAÇO-TEMPORAL DA COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA DO
RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA DE TUCURUÍ (PARÁ-BRASIL)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais: área de concentração Ecologia Aquática e Manejo de Recursos Naturais, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof^o. Dr. Eduardo Tavares Paes

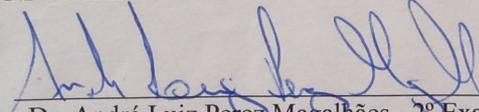
Aprovado em: 21 / 02 /2020

BANCA EXAMINADORA

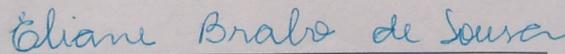


Dr. Eduardo Tavares Paes - Orientador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

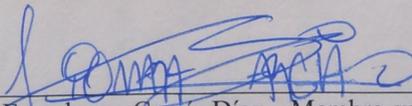
Dr. Nuno Filipe Alves Correia de Melo - 1º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA



Dr. André Luiz Perez Magalhães - 2º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA



Dr^a. Eliane Brabo de Sousa - 3º Examinador
INSTITUTO EVANDRO CHAGAS



Dr^a. Xiomara Franchesca García Díaz - Membro suplente
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

AGRADECIMENTOS

A UFRA pelo curso de mestrado. A CAPES pela concessão da bolsa.

Aos meus pais pelo apoio, paciência e conselhos.

Ao meu orientador Dr. Eduardo Tavares Paes pelos ensinamentos, apoio e paciência.

À Dra. Samara Cristina Campelo Pinheiro pela coorientação, ajuda, apoio e contribuição.

A Seção de Meio Ambiente do Instituto Evandro Chagas, especialmente ao Laboratório de Biologia Ambiental pela parceria e apoio no desenvolvimento das análises. A Toda equipe do LBA (SAMAM/IEC).

Ao Dr. Nuno Melo, coordenador do PPGAqRAT, pelo auxílio e tramites burocráticos. A secretaria do programa.

Ao LEMOPA e sua equipe onde pude fazer parte.

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

“Ao caos e a ordem promovidas por forças ainda não explicadas pela ciência através da natureza superior”.

RESUMO

Os reservatórios são uma realidade no Brasil, tais ambientes possuem alto dinamismo e apresentam importância estratégica na produção de energia e abastecimento e são utilizados para diversos usos, que interferem na qualidade da água, funcionamento do ecossistema e estrutura das comunidades aquáticas. A comunidade zooplanctônica em reservatórios apresenta papel importante na transferência de energia e regeneração de nutrientes, e sua composição, estrutura, dinâmica e sucessão de espécies são influenciadas pelas condições físicas, químicas e biológicas. Desta forma, objetivou-se caracterizar a estrutura espaço-temporal da comunidade zooplanctônica e sua relação com as variáveis ambientais no reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro, julho e dezembro de 2011. Foram realizadas amostragens em 10 estações de coleta ao longo do reservatório. As amostras foram coletadas com redes de plâncton 64 µm juntamente com os parâmetros ambientais. De acordo com as análises físico-químicas foi observado um gradiente ambiental relacionado ao período sazonal. Em relação ao estado trófico, a maioria dos pontos amostrados foi classificado como eutrófico. Com 156 taxa de organismos zooplanctônicos identificados, os rotíferos apresentaram a maior riqueza de espécies (88), seguidos de cladóceros (24) e copépodos (13), o que está de acordo com o padrão de distribuição para corpos hídricos tropicais. A riqueza variou de forma significativa em relação aos meses, e o índice de Simpson foi significativamente maior em fevereiro, enquanto que a densidade de organismos não mostrou variação significativa. A densidade foi dominada pela espécie de rotífero *K. americana* e náuplios durante todo estudo, contribuindo com cerca de 50% da abundância. De acordo com a análise de agrupamento, foi observado que a abundância zooplanctônica esteve correlacionada a variação espacial da UHE de Tucuruí. A RDA mostrou que o gradiente ambiental está relacionado ao tempo e o zooplâncton ao espaço. As espécies *Monostyla* sp., *Keratella quadratica*, *Brachionus caudatus austrogenitus* estiveram relacionados aos meses de dezembro (canal e interior). *Thermocyclops* sp. esteve relacionadas ao interior (fevereiro/julho). *Filinia longiseta*, *Testudinella patina*, *Asplancha* sp1, *A. ovalis*, *Lecane lunaris*, *Trichocerca chattoni*, *Trichocerca* sp., *Ceriodaphnia cornuta dubia* e *Holopedium amazonicum*, Cyclopoida sp3 foram fortemente relacionados ao canal (fevereiro/julho). Demonstrando a formação de habitats específicos que estruturam a comunidade zooplanctônica da UHE de Tucuruí durante o período analisado.

Palavras-chaves: Reservatório Amazônico. Ecologia aquática. Zooplâncton de água doce.

ABSTRACT

Reservoirs are a reality in Brazil, such environments are highly dynamic and have strategic importance and are used for various uses, which interfere with water quality, ecosystem functioning and the structure of aquatic communities. These lentic environments are suitable for the development of planktonic populations. The zooplankton community in reservoirs plays an important role in energy transfer and nutrient regeneration, and their composition, structure, dynamics and succession of species are influenced by physical, chemical and biological conditions. Thus, the objective was to characterize the spatio-temporal structure of the zooplankton community and its relationship with the environmental variables in the reservoir of the Tucuruí HPP (Pará, Brazil) in the months of February, July and December 2011. Samples were performed in 10 stations of collection along the reservoir. The samples were collected with 64 µm plankton nets together with the environmental parameters that were measured using a multiparametric probe. Physical-chemical analyzes revealed the formation of an environmental gradient related to the seasonal period. In the assessment of the trophic state, the environment had eutrophic behavior. With 156 taxa of zooplanktonic organisms identified, where the rotifers had the highest species richness with 88 taxa, followed by cladocerans (24) and copepods (13), which is in line with the typical pattern of tropical water bodies. The richness varied significantly in relation to the months, and the Simpson index was significantly higher in February, while the density of organisms did not show significant variation. The density was dominated by the rotifer species *K. americana* and nauplii, who throughout the study were contributing 50% of the abundance. Cluster analysis showed that the abundance of zooplankton was related to space variation of the UHE of Tucuruí. Canonical redundancy analysis showed that the environmental gradient is related to time and zooplankton is related to space, resembling the cluster. *Monostyla* sp., *Keratella quadratica*, *Brachionus caudatus austrogenitus* were related to December (canal and interior). *Thermocyclops* sp was related to the interior (February / July). *Filinia longiseta*, *Testudinella patina*, *Asplancha* sp1, *A. ovalis*, *Lecane lunaris*, *Trichocerca chattoni*, *Trichocerca* sp., *Ceriodaphnia cornuta dubia* and *Holopedium amazonicum*, *Cyclopoida* sp3 were strongly related to the channel (February / July). Demonstrating the formation of specific habitats that structure the zooplanktonic community of the UHE of Tucuruí during the analysed period.

Key words: Amazonian Reservoir. Aquatic Ecology. Freshwater Zooplankton..

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa da região de estudo; (A) Estado do Pará, onde está localizado o reservatório da UHE de Tucuruí; (B) Reservatório da UHE de Tucuruí, com a localização dos pontos de amostragem.....	19
Figura 2 - Distribuição das variações pluviométricas mensais, durante o ano de 2011, e média climatológica dos últimos 30 anos (1981-2011) no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).	26
Figura 3 - Variações mensais dos parâmetros ambientais registrados, durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).	28
Figura 4 - Variação mensal (A) e espacial (B) do Índice de Estrado Trófico (IET) registrados, durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).....	30
Figura 5 - Distribuição percentual dos principais grupos zooplanctônicos registrados, durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).....	31
Figura 6 - Riqueza zooplanctônica registrada, durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).	31
Figura 7 - Distribuição percentual da abundância zooplanctônica, durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil). Onde: A - Total; B - Fevereiro; C - Julho; D – Dezembro.....	32
Figura 8 - Padrão de variação geral da densidade zooplanctônica, durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).	33
Figura 9 - Índice de Simpson da comunidade zooplanctônica, durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).	34
Figura 10 - Dendograma das amostras a partir da matriz zooplanctônica, com os grupos formados (Q1, Q2, Q3 e Q4) (A), Abundância relativa do zooplâncton por grupo taxonômico (B) e Densidade média do zooplâncton por grupo taxonômico (C).....	42
Figura 11 – Dendograma dos grupos taxonômicos zooplanctônicos (A), Percentual da densidade do zooplâncton por grupo taxonômico (B) e Densidade total do zooplâncton por grupo de espécies (C).	45
Figura 12 - Análise de Redundância Canônica (RDA) entre os pontos amostrais e parâmetros ambientais, temporais e espaciais, em relação à densidade zooplanctônica, durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).	47
Figura 13 - Análise de Redundância Canônica (RDA) entre os pontos amostrais e parâmetros temporais e espaciais em relação à densidade zooplanctônica, durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).	48

Figura 14 - Variações dos parâmetros ambientais de acordo com a classificação de ambientes, durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).....	49
Figura 15 - Análise de Redundância Canônica (RDA) entre os pontos amostrais e parâmetros temporais e espaciais, durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).	50
Figura 16 - Análise de Redundância Canônica (RDA) entre os pontos amostrais e parâmetros temporais e espaciais, em relação aos grupos taxonômicos durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).	51
Figura 17 – Mapa com a contribuição dos grupos taxonômicos em relação aos pontos e meses de amostragem, durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil). Onde (A) Fevereiro; (B) Julho; (C) Dezembro.....	52
Figura 18 - Análise de Redundância Canônica (RDA) entre a comunidade zooplânctônica (FIT 10%) e parâmetros temporais e espaciais, durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).	53
Figura 19 - Análise de Redundância Canônica (RDA) entre os pontos amostrais e grupos da análise de agrupamento, durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição e frequência de ocorrência zooplanctônica dos táxons mais importantes, durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).....	35
Tabela 2 - Análise de Redundância Canônica com as variáveis espaço-temporais e quantidade de variância explicada (FIT%) pela comunidade zooplanctônica durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).	55
Tabela 3 - Classes de frequência de ocorrência da comunidade zooplantônica em relação ao mês de amostragem e em relação a toda amostragem no reservatório da UHE de Tucuruí em 2011 (Pará, Brasil).....	78

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 Ecossistemas Continentais e Reservatórios	12
2.1.1 Reservatórios na Amazônia.....	13
2.2 Zooplâncton em Reservatórios	14
2.2.1 Zooplâncton do Rio Tocantins	15
3 OBJETIVOS	17
3.1 Objetivo Geral	17
3.2 Objetivos Específicos	17
4 METODOLOGIA	17
4.1 Área de Estudo	17
4.2 Amostragem	18
4.2.1 Variáveis ambientais	19
4.2.2 Parâmetros bióticos	20
4.3 Análise Laboratorial	20
4.3.1 Físico-Química	20
4.3.2 Clorofila-a	21
4.3.3 Zooplâncton.....	21
4.4 Tratamento dos Dados	21
4.4.1 Índice de Estado Trófico (IET)	21
4.4.2 Densidade Total.....	22
4.4.3 Frequência de Ocorrência.....	23

4.4.4 Índice de Simpson	23
4.4.5 Padronização, transformação e seleção dos dados	23
4.5 Análises dos Dados	24
4.5.1 Análise de agrupamento	24
4.5.2 Análise de Redundância Canônica (RDA).....	25
5 RESULTADOS	25
5.1 Variáveis Ambientais	25
5.1.1 Índice de Estado Trófico (IET)	29
5.2 Estrutura da Comunidade Zooplanctônica	30
5.2.2 Análise de Agrupamento da Comunidade Zooplanctônica.....	41
5.2.3 Análise de Ordenação da Comunidade Zooplanctônica	46
6 DISCUSSÃO	58
7 CONCLUSÕES	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

1 INTRODUÇÃO

As construções de reservatórios datam de milhares de anos. Inicialmente construídos para abastecimento ou irrigação tornaram-se grandes empreendimentos de alta tecnologia e custo, sendo utilizados para múltiplos usos. Atualmente todos os continentes possuem represas nos principais rios gerando impactos negativos e positivos (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2008).

De acordo com a ANEEL (2012) mais de 70% da energia consumida no Brasil é proveniente das hidrelétricas onde os grandes projetos hidrelétricos localizam-se principalmente nas bacias dos rios Tietê-Grande, Paranapanema e Paraná. Contudo, o maior potencial hidrelétrico está concentrado na região Norte (TUNDISI; SANTOS; MENEZES, 2003), o que gera discussões devido às características ambientais da região e aos efeitos causados à biodiversidade local (CUNHA, 2013).

Devido a esses impactos diretos e indiretos, estudos relacionados a reservatórios são importantes e contribuem para compreensão da sucessão de comunidades, efeitos de pulsos naturais e artificiais e das interações dos sistemas físico-químicos e biológicas nesses ecossistemas artificiais que sofreram alterações rápidas de seu funcionamento limnológico (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2008; TAVARES, 2011)

As mudanças na configuração do ambiente levam às alterações na qualidade da água e na biota associada a esta, e também promove uma série de impactos indiretos como o desmatamento, a erosão da camada fértil, o aumento da contaminação e toxicidade no sistema, aumento da poluição orgânica e eutrofização (PASCHOAL; SÁ, 2011).

Com isso, o uso de indicadores biológicos da comunidade planctônica, tornou-se um importante subsídio para a caracterização da qualidade ecológica dos ambientes aquáticos, uma vez que a composição da assembléia desses organismos promove uma rápida resposta às mudanças das condições ambientais com alterações na estrutura das comunidades, devido também ao desenvolvimento rápido de espécies e redução ou até eliminação de outras (SANTOS, GUSMÃO et al., 2009).

Nesse sentido, a caracterização da estrutura destas comunidades pode trazer informações importantes sobre a dinâmica dos reservatórios, sendo uma importante ferramenta para a compreensão e monitoramento dos possíveis impactos ambientais. Com base nisso, aspectos espaciais, temporais e ambientais foram avaliados a fim de determinar suas influências sobre a estrutura da comunidade zooplânctônica no baixo rio Tocantins, na

área de influência direta da barragem da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, maior hidrelétrica em funcionamento e possui importância estratégica no desenvolvimento econômico do Brasil.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Ecossistemas Continentais e Reservatórios

Cerca de 97% da água no mundo é salgada, e 2,5% está disponível em forma de rios e lagos. O Brasil possui 53% da água doce da América do Sul, correspondendo a 12% do potencial mundial. Na região norte encontra-se 68,5% desse recurso, a maior porcentagem do Brasil (SOUZA, 2013). Diante desse contexto, os corpos hídricos continentais apresentam extrema importância estratégica no uso de seus recursos devido as suas importantes utilizações como recreação, turismo, pesca, aquicultura, transporte, abastecimento e geração de energia elétrica.

Historicamente o consumo de energia vem aumentando rapidamente. O desenvolvimento industrial, a modernização da agricultura, o aumento da capacidade de consumo da população são fatores que contribuem para este aumento. O potencial dos corpos hídricos tropicais para a geração de energia, através de empreendimentos hidroelétricos, levou e ainda tem levado a implantação de reservatórios em muitos rios brasileiros.

No Brasil, o barramento de rios para a geração de energia e abastecimento público ocorreu em 1889 com a construção da primeira usina hidrelétrica, no Rio Paraibuna (Juiz de Fora-MG). Na Amazônia o início efetivo de ocupação surgiu a partir de 1940, e intensificou-se durante as décadas de 1960 e 1970 com a criação do Comitê Organizador dos Estudos Energéticos da Amazônia, vinculado ao Ministério das Minas e Energia, com a função de supervisionar os primeiros estudos sistemáticos do potencial hidroenergético na Amazônia (LOUZADA, 2009).

Dentre os problemas causados pelo barramento de rios estão a inundação de áreas agrícolas, florestas, áreas de preservação ambiental, deslocamento de populações, inclusive indígenas, modificações no regime hidrológico, prejuízo à fauna e flora aquática e terrestre, doenças endêmicas, entre outros (WOLFGANG; MELLO, 1990; TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2008)

Barrow (1987) destaca a eutrofização, aumento de toxicidade e contaminação, diminuição na diversidade de peixes e alta carga de sedimentos, como os principais problemas causados pelos reservatórios no Brasil. Como fatores positivos, o autor menciona o

controle do transporte do material em suspensão, o controle de enchentes, o aumento do pescado e aquicultura, a regularização dos rios e as novas alternativas econômicas para a região.

Assim, o estabelecimento de reservatórios independente do porte, acarreta juntamente uma modificação rápida e drástica no ambiente, apresentando alteração direta do regime do rio de lótico para um padrão gradativamente mais lântico, à medida que se aproxima da barragem (SPIEGELBERG, 2010); mas também pelo enriquecimento nutricional associado ao aumento do tempo de residência, ao aporte de nutrientes da bacia e a decomposição de toda uma biomassa orgânica presente nas áreas inundadas (FIGUEIREDO et al., 2007; GAZONATO NETO, 2013).

2.1.1 Reservatórios na Amazônia

O conjunto de reservatórios hidrelétricos construídos no Brasil promoveu uma extensa e profunda alteração nos mecanismos de funcionamento dos diversos corpos hídricos, e também no ciclo hidrossocial e hidroeconômico, principalmente no sul e no sudeste do Brasil. Segundo Tundisi (2007), as represas construídas na Amazônia apresentam problemas de outro porte e escalas espaciais e temporais muito diferentes dos sistemas hídricos do Sul e do Sudeste, como o interrompimento do sistema de pulsos de inundação que ocorrem sazonalmente na grande várzea amazônica gerando discussões devido às características ambientais da região e aos efeitos causados à biodiversidade local (CUNHA, 2013).

Os impactos da construção de hidrelétricas na Amazônia são oriundos principalmente do efeito da decomposição de vegetação terrestre inundada, a grande área inundada, a deterioração da qualidade da água e a perda de serviços dos ecossistemas terrestres e aquáticos, incluindo a biodiversidade e a alteração dos processos (WOLFGANG; MELLO, 1990), como foi percebido com a construção das represas de Curuá-Una, Balbina, Samuel e Tucuruí na Amazônia resultou em grandes alterações ambientais a montante e a jusante, comprometendo diretamente os ecossistemas envolvidos e gerando efeitos indiretos, inclusive na saúde humana (ALVES, 2005; TUNDISI, 2007).

Devido ao acúmulo de matéria orgânica proveniente da vegetação inundada e das bacias hidrográficas, o tempo de retenção de cada reservatório tem um papel fundamental na emissão de gases, especialmente CH₄ e CO₂, gases de efeito estufa (ROSA et al., 2002; ABE et al., 2005 a, b).

As comunidades biológicas aquáticas do reservatório sofrem alterações na composição de espécies devido à modificação na dinâmica trófica do ambiente em consequência das

alterações nas características físico-químicas dos corpos hídricos sob influência das barragens (BINI et al., 2008)

Muitas alterações podem ser observadas no reservatório de Tucuruí, uma vez que apenas parte da cobertura vegetal da área do empreendimento foi removida antes do enchimento do lago (ALVES, 2005). Houve proliferação de macrófitas e insetos nos primeiros anos do reservatório e, à jusante, a principal resposta às modificações sofridas foi à redução na quantidade de peixes (SANTANA et al., 2014).

2.2 Zooplâncton em Reservatórios

O zooplâncton, parte animal do plâncton, é um elo importante da teia trófica aquática em todos os ecossistemas aquáticos continentais, onde ciclo estacional, a sucessão espaço-temporal, a migração vertical, reprodução, desenvolvimento e alimentação são os componentes principais do comportamento e metabolismo do zooplâncton (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2008).

Essa comunidade é constituída predominantemente por protozoários, rotíferos e crustáceos, estes últimos representados principalmente por copepodas e cladoceras (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2008). Também são encontrados amebas, ciliados e larvas de invertebrados de forma menos expressiva, mas também de grande relevância ao ecossistema (GOMES; SOUSA, 2008).

A distribuição, sucessão, produtividade e biomassa das comunidades têm influência da variação da estrutura espacial e hidrodinâmica e das diferenças de circulação dos reservatórios. Por tanto, os reservatórios apresentam condições peculiares referentes às comunidades que o compõe, sendo os organismos planctônicos muito influenciados pelo tempo de retenção e sucessão de espécies (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2008). Sendo a comunidade zooplanctônica sensível a alterações no ambiente e possuir rápido ciclo de vida responde diretamente a essas alterações na sua estrutura e diversidade associada às novas características do ambiente formado (PAAVOLA et al., 2003).

A compreensão da resposta de diferentes grupos de organismos zooplanctônicos às novas condições ambientais, permite a compreensão da relação das variáveis ambientais sobre a estrutura da biota local, e contribui para a adoção de medidas a prevenção e controle da qualidade da água (SANT'ANNA; AZEVEDO, 2000; PAAVOLA et al., 2003).

2.2.1 Zooplâncton do Rio Tocantins

O estudo do zooplâncton em ambientes lênticos, sobretudo reservatórios, vem sendo cada vez mais realizados devido ao papel e características dos organismos assim como a dinâmica desses ecossistemas. Os reservatórios mais estudados estão localizados na região sudeste, e alguns nas regiões sul e centro-oeste, tais trabalhos abordam composição, diversidade e estrutura do zooplâncton, e também produção secundária, distribuição e predação (ALMEIDA, 2005).

O rio Tocantins, devido a sua importância econômica e posicionamento estratégico, têm sido objeto de numerosos estudos ao longo das últimas décadas (TUNDISI, 2006). Apesar do elevado potencial hidroelétrico, a região norte, onde situa-se a região do baixo rio Tocantins, apresenta poucos e espaçados estudos, que causam uma lacuna no conhecimento do zooplâncton dessa região.

Alcântara Missias (2013) realizou estudos sobre padrões de concordância entre grupos da comunidade zooplanctônica no reservatório de Serra da Mesa, alto Tocantins (sub-bacia 20), para fins de monitoramento ambiental nos anos de 2009 e 2010. Dentre os 45 taxa registrados neste estudo, os rotíferos apresentaram maior dominância, principalmente representados pela família Brachionidae, seguida dos cladóceros da família Bosminidae e formas imaturas de copépodos cyclopoides (náuplios e copepoditos).

No médio curso do rio Tocantins, Lodi et al. (2014) realizaram o estudo do sincronismo populacional de 32 taxa da comunidade zooplanctônica no lago da UHE Peixe Angical (Sub-bacia 22). A maioria das populações avaliadas apresentou sincronismo significativo em relação às variações hidrológicas e espaciais observadas. Os rotíferos foram representados principalmente pelas famílias Brachionidae, Filinidae e Trichocercidae, os cladóceros pelas famílias Bosminidae e Daphnidae e a ordem Cyclopoida foi a principal representante dos copépodos.

No lago da UHE Luis Eduardo Magalhães (Lajeado) na sub-bacia 22, Tundisi (2006) realizou estudos que ratificaram a presença de rotíferos como grupo mais abundante, principalmente nas regiões de desembocadura dos braços do reservatório, enquanto as populações de cladóceros e copépodos, apesar das flutuações, apresentaram abundâncias próximas ao longo de toda a amostragem. Ainda no reservatório de Lajeado, 44 taxa de organismos zooplanctônicos foram observados por Bessa (2008), em estudo realizado nas três zonas do reservatório (rio, intermediária e lago). Os rotíferos apresentaram a maior riqueza de espécies (25), sendo a família Brachionidae a principal representante, seguida de

Collothecidae e Lecanidae. Este resultado foi semelhante aos resultados obtidos por Pereira (2005) no mesmo reservatório, onde a família Daphnidae foi a mais representativa de cladóceros, do mesmo modo com copépodos da ordem Cyclopoida.

Bessa et al. (2011) utilizou a mesma base de dados de Bessa (2008), porém em estudo avaliando a concordância de padrões de ocorrência entre a comunidade zooplânctônica e variáveis ambientais no reservatório de Lajeado. Contudo, a ausência de padrões claros levou aos autores a sugerir ressalvas no uso destes organismos em atividades de monitoramento ambiental deste reservatório.

A referência mais antiga da aplicação do método Indicator species analysis (INDVAL) (DUFRENE; LEGENDRE, 1997) no estudo da comunidade zooplânctônica do rio Tocantins é o trabalho de Pinto (2009), realizado na porção intermediária do lago da UHE de Lajeado com organismos associados a bancos de macrófitas flutuantes. Este trabalho avaliou as espécies indicadoras em relação às variações do nível do reservatório. Cinco espécies de rotíferos foram consideradas indicadoras para variações acima do nível médio, enquanto que duas espécies, uma de Rotifera e outra de Cladocera, foram indicadoras do nível abaixo do valor médio. Dos 148 taxa amostrados, os rotíferos das famílias Lecanidae, Brachionidae e Trichocercidae foram os mais representativos. As famílias de Cladocera litorâneas Chydoridae e Machrotrichidae, foram os microcrustáceos mais representativos, seguidos de Daphnidae e dos copépodos Cyclopoida.

Peixoto et al. (2012) em estudos pré-enchimento na área de influência da UHE de Estreito, trecho final do médio curso do rio Tocantins, identificaram os rotíferos como o grupo mais diverso, comportando mais de 50% da riqueza de espécies.

Já na porção do baixo Tocantins, Espíndola et al. (2000) avaliaram a distribuição espacial da comunidade zooplânctônica no reservatório de Tucuruí (baixo Tocantins) em amostras coletadas ao longo do ano de 1988, relatando uma ocorrência elevada de rotíferos, com frequência superior a 50%, seguido de cladóceros e copépodos. Resultado este muito similar aos obtidos por Tundisi (2006), Pinto (2009) e Bessa et al. (2011), em estudos realizados no reservatório de Lajeado.

Ainda no lago da UHE de Tucuruí, Bezerra et al. (2015) realizou estudo sobre a estrutura da comunidade de rotíferos e registraram 82 taxa com a dominância das famílias Brachionidae e Lecanidae. Neste estudo o fator sazonalidade demonstrou forte influência sobre a estrutura da população de rotíferos enquanto a variação espacial foi pouco significativa.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Caracterizar a estrutura espacial e temporal da comunidade zooplancônica e sua relação com variáveis ambientais no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (UHE) (Pará, Brasil).

3.2 Objetivos Específicos

- Determinar a composição específica, frequência de ocorrência, dominância e abundância da comunidade zooplancônica da UHE de Tucuruí durante o período do estudo;
- Determinar a variação espaço-temporal da comunidade zooplancônica do reservatório da UHE de Tucuruí nos diferentes períodos sazonais;
- Delinear os padrões espaciais e sazonais da comunidade zooplancônica e relacioná-los com as variáveis ambientais da região de estudo, a partir de análises de correlação e estatística multivariada.

4 METODOLOGIA

4.1 Área de Estudo

A UHE de Tucuruí está instalada na bacia hidrográfica do Tocantins-Araguaia, que possui uma área de 918.822 km² (11% do território nacional) e abrange estados das regiões centro-oeste, norte e nordeste do Brasil, com maior área nos estados de Tocantins (30,2%) e Pará (30,3%) (ANA, 2009; ALVES, 2005). Esta bacia interliga dois importantes biomas brasileiros com sua maior parte encontrando-se no bioma cerrado, e sua foz na baía do Marajó, no bioma Floresta Amazônica (SILVA, 2016; BRASIL, 2006).

Os principais cursos d'água são os rios Tocantins e Araguaia. As grandes usinas hidrelétricas desta bacia estão no rio Tocantins e são: Serra da Mesa, Cana Brava, Peixe-Angical, Luís Eduardo Magalhães e Tucuruí (ANA, 2009). O rio Tocantins tem extensão total de aproximadamente 2.400 km e é formado a partir da confluência dos rios das Almas e Maranhão, no planalto de Goiás. Tem área de drenagem de 306.310 km², e após confluência com o rio Araguaia, de 764.996 km² na foz.

A bacia hidrográfica do Tocantins-Araguaia caracteriza-se pela regularidade climática com estações que apresentam pequenas variações anuais e índices pluviométricos e termométricos crescentes no sentido sul-norte, ficando mais úmido e quente na medida em que se caminha para a foz ao Norte (CMB, 2000; BRASIL, 2006). O regime das chuvas da região é devido aos sistemas de circulação atmosférica, sendo que o efeito da topografia é pouco significativo.

Segundo a classificação de Köppen, a área onde se localiza o reservatório de Tucuruí apresenta clima tropical úmido (AMW), caracterizando-se por apresentar regime pluviométrico anual superior a 2.500 mm. A precipitação na região apresenta os totais pluviométricos crescendo de sul para norte, com valores próximos a 1.500 mm (Brasília) a 3.000 mm (Belém). A região da bacia apresenta duas estações distintas, e nas partes central e sul da região há distinção marcante entre as estações. Esses períodos são menos distintos na parte norte, que segundo Fisch et al. (1990), período mais chuvoso compreende os meses de fevereiro e março, e o menos chuvoso estende-se de julho a setembro.

O clima, como toda região amazônica caracteriza-se pelas elevadas temperaturas e apesar da grande extensão da bacia do rio Tocantins determina uma relativa homogeneidade climato-meteorológica, caracterizada por pouca variação significativa quanto à temperatura, precipitação, umidade atmosférica, insolação, velocidade dos ventos e demais parâmetros climáticos (CUNHA, 2013).

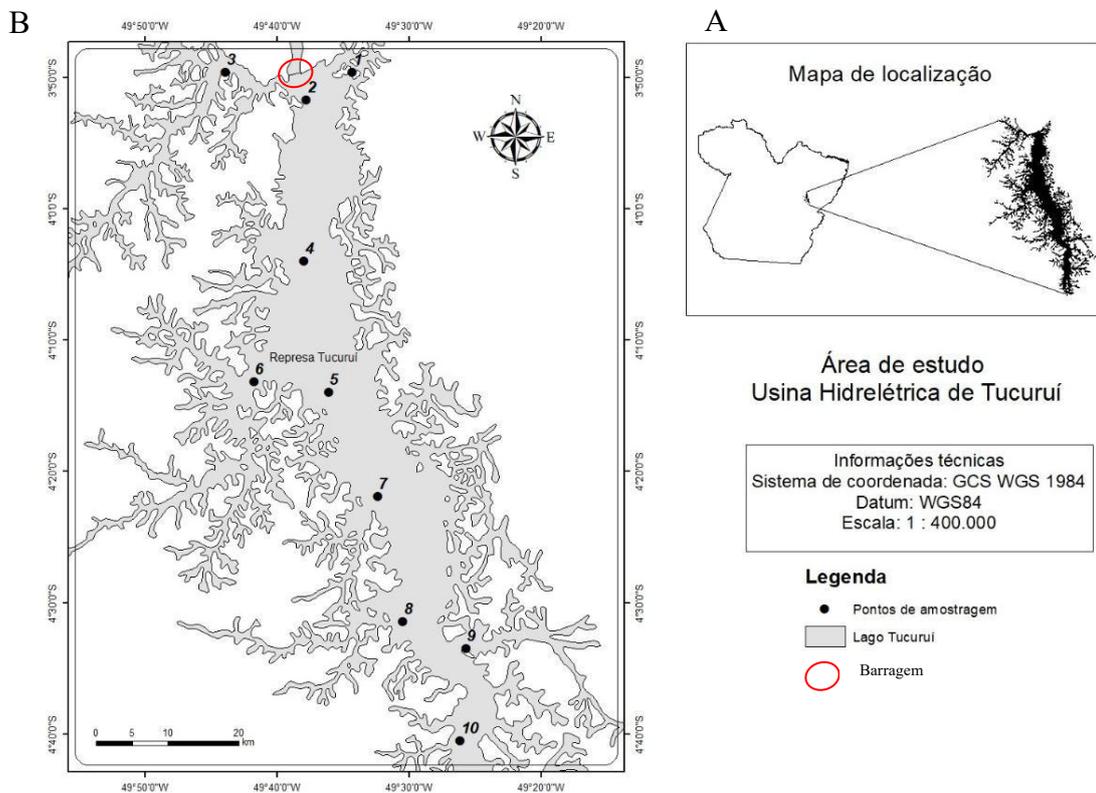
4.2 Amostragem

O delineamento e localização das estações de coleta seguiram a malha proposta pelo projeto intitulado “Utilização de Modelagem Matemática 3D na gestão da qualidade da água em mananciais: Aplicação no Reservatório de Tucuruí-PA”, financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq.

Foram realizadas coletas em dez estações de amostragem (Figura 1), durante os meses de fevereiro, julho e dezembro do ano de 2011, correspondentes a maior e menor precipitação pluviométrica da região, e o período de transição entre estes, respectivamente (FISCH et al., 1990).

As amostragens foram realizadas nos dias 26, 28 de fevereiro e 01 de março, as realizadas em julho, foram nos dias 13 e 14, e as realizadas em dezembro foram nos dias 07 e 08.

Figura 1 - Mapa da região de estudo; (A) Estado do Pará, onde está localizado o reservatório da UHE de Tucuruí; (B) Reservatório da UHE de Tucuruí, com a localização dos pontos de amostragem.



FONTE: MORAIS, 2018.

4.2.1 Variáveis ambientais

Os dados pluviométricos da área de estudo foram obtidos através do banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e são provenientes da estação meteorológica de Tucuruí (-3.822760°S / -49.674956W). Para as análises estatísticas foram utilizados os dados de precipitação obtidos no dia da coleta (Ch), um dia antes da coleta (Ch+1d), dois dias antes da coleta (Ch+2d). Onde: Ch=Chuva, Ch+1d= chuva acumulada de um dia antes e Ch+2d=chuva acumulada de dois dias antes).

Os parâmetros físico-químicos da água avaliados *in situ* foram: temperatura (°C), potencial Hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE - mS/cm), sólidos totais dissolvidos (STD - UTM), e oxigênio dissolvido (OD - mg/l) foram medidos com auxílio de uma sonda multiparamétrica portátil (modelo HI9828 da HANNA®, USA).

Amostras de água foram coletadas para análise em laboratório segundo APHA (2005) da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Sólidos Totais Dissolvidos (STD), N-nitrato (NO_3^-), Nitrogênio Amoniacal (N-NH_4^+), Fosfato (PO_4^{3-}), Fósforo total (Ptot), Sólidos Totais em Suspensão (STS), Sulfato (SO_4^{2-}), Turbidez,

Alcalinidade Total, Dureza, Fluoreto (F^-) e Cloreto (Cl^-) onde foram utilizados frascos de polipropileno de 500 ml e 1000 ml, previamente esterilizados com solução de HNO_3 a 10%, colocados há uma profundidade de aproximadamente 30 cm.

4.2.2 Parâmetros bióticos

As amostras biológicas destinadas ao estudo quali-quantitativo do zooplâncton foram coletadas com o auxílio de rede de plâncton cônica com abertura de malha de 64 μm , através da filtragem de água realizada em arrastos horizontais durante três minutos na sub-superfície da água, com fluxometro acoplado a rede para auxiliar no cálculo do volume filtrado. Posteriormente o material foi fixado em formol 4%, neutralizado com tetraborato de sódio, segundo CETESB (2011) e acondicionado em frascos de polipropileno de 300 ml.

As amostras destinadas à quantificação da clorofila-a foram obtidas através da garrafa de Van Dorn, sendo posteriormente armazenadas em frascos de polipropileno de 250 ml, os quais foram imediatamente acondicionados em caixas de isopor com gelo e transportados para o Laboratório de Biologia Ambiental/SAMAM/IEC.

4.3 Análise Laboratorial

4.3.1 Físico-Química

A turbidez foi determinada pelo método nefelométrico 2130 B (APHA, 2012) e os sólidos totais em suspensão (STS) pelo método fotométrico (KRAWCZYK; GONGLEWSKI, 1959).

Alcalinidade Total foi determinada pelo método 2320B, STD foi determinada pelo método 2510^a, Dureza foi determinada pelo método USEPA 9056^a (APHA, 2012).

O Nitrato (NO_3^-), Nitrogênio Amoniacal ($N-NH_4^+$), Fósforo Total (Ptot), Fosfato (PO_4^{3-}), Sulfato (SO_4^{2-}), Fluoreto (F^-) e Cloreto (Cl^-) foram determinados pela cromatografia iônica com supressão química da condutividade do eluente (método 4110 B) APHA (2012) utilizando o cromatógrafo de íons ICS Dual 2000 (DIONEX CORPORATION, SUNNYVALE, CA, USA).

A demanda bioquímica do oxigênio (DBO) foi determinada pelo método 5210 B e a Demanda Química do Oxigênio (DQO) foi pelo método colorimétrico- refluxo fechado (5220 D), ambos determinados pela espectrometria de UV-VIS (modelo DR 3900), de acordo com a APHA (2012). As análises foram realizadas no laboratório de Toxicologia Ambiental/SAMAM/IEC.

4.3.2 Clorofila-a

Para a análise das concentrações de clorofila-a, foi realizada filtração das amostras até no máximo de 24 horas após a coleta em campo, em filtros de celulose num aparato de filtração. A extração foi realizada com acetona a 90%. Após 24 horas, no escuro e à baixa temperatura, as medidas de absorvância foram feitas espectrofotometricamente a 630nm, 645nm, 665nm e 750nm de comprimento de onda. Através do método espectrofotométrico com as concentrações de clorofila-a em $\mu\text{g.l}^{-1}$ (PARSONS; STRICKLAND, 1963).

4.3.3 Zooplâncton

As amostras de zooplâncton foram processadas no Laboratório de Biologia Ambiental (LBA) do Instituto Evandro Chagas (IEC). As amostras foram analisadas sob microscopia óptica, utilizando-se o microscópio invertido Axiovert 40 c (modelo MP-0162 da marca Carl Zeiss), acoplados a sistema medição e captura de imagem. A identificação dos organismos foi realizada ao menor nível taxonômico possível, com apoio da literatura pertinente: Segers (1995), Koste (1978), Einsle (1996), Smirnov (1996), Karaytug (1999), Dussart; Defaye (2001), Dumont; Negrea (2002), Fernando (2002), Ueda (2003), Reid (1985), Silva et al. (1989), Elmoor-Loureiro (1997), Gomes; Sousa (2008).

A análise quantitativa da comunidade zooplânctônica foi realizada sob microscopia óptica em aumento de 400x, pela contagem de, no mínimo, 200 indivíduos em câmara Sedgewick-Rafter (1ml) de sub-amostras obtidas com pipeta graduada (CETESB, 2012; PINTO COELHO, 2007). As sub-amostras foram analisadas em busca de espécies raras (GOSWAMI, 2004).

4.4 Tratamento dos Dados

4.4.1 Índice de Estado Trófico (IET)

Para a avaliação do estado trófico no trecho final do lago da UHE do Tucuruí, foi utilizado o Índice de Estado Trófico – IET proposto por Lamparelli (2004) modificado de Carlson (1977) que se baseia nos dados de fósforo total e clorofila-a, conforme as equações:

$$IET(Chla) = 10x \left(6 - \left(\frac{0,92 - 0,34(\ln Chla)}{\ln 2} \right) \right)$$

$$IET(PT) = 10x \left(\frac{6 - (1,77 - 0,42(\ln PT))}{\ln 2} \right)$$

$$IET = \frac{IET(Chla) + IET(PT)}{2}$$

Onde:

PT= concentração de fósforo total na superfície ($\mu\text{g/L}$) Chla= concentração de clorofila na superfície ($\mu\text{g/L}$);

As categorias utilizadas para classificação do estado trófico do corpo hídrico foram definidas como:

Ultraoligotrófico ($IET \leq 47$);

Oligotrófico ($47 < IET \leq 52$);

Mesotrófico ($52 < IET \leq 59$);

Eutrófico ($59 < IET \leq 63$);

Supereutrófico ($63 < IET \leq 67$) e

Hipereutrófico ($IET > 67$) (MAIA, 2011).

4.4.2 Densidade Total

A partir da somatória das sub-amostras, a densidade dos organismos foi expressa em organismos por metro cúbico (org/m^3), estimada a partir da expressão:

$$D = \frac{(N \times Va)}{(V \times Vf)}$$

Onde:

D (Densidade) = número de indivíduos por litro;

N = número de indivíduos de cada espécie coletada;

Va = Volume da total da amostra em ml;

Vc = Volume total das subamostras em ml;

Vf = Volume filtrado ($Vf = A \times C \times F$)

A= Área da boca da rede

C= Fator de calibração do fluxômetro

F= Ff-Fi;

Ff = Fluxometro final;

Fi = Fluxometro inicial.

4.4.3 Frequência de Ocorrência

A frequência de ocorrência dos organismos planctônicos foi estimada com base na classificação proposta por MATTEUCCI; COLMA (1982):

Onde:

>75%: muito frequente;

50% a 75%: frequente;

25% a 50%: pouco frequente e

< 25%: esporádico.

4.4.4 Índice de Dominância

O índice de dominância de Simpson foi calculado através da fórmula:

$$S = 1-D$$

Onde:

$$D = \sum_i \left(\frac{n_i}{n}\right)^2$$

Onde:

n_i : número de indivíduos do táxon;

n : número total de indivíduos.

4.4.5 Padronização, transformação e seleção dos dados

Para minimizar as possíveis distorções promovidas pelas espécies raras nas análises de agrupamento e ordenação, as espécies com frequência de ocorrência inferior a 5% foram excluídas para esta análise (AZERIA et al., 2009; POOS; JACKSON, 2012).

As variáveis ambientais foram padronizadas em *Ranging*, para minimizar a influência das diferentes escalas durante as análises dos dados, enquanto que os parâmetros biológicos foram submetidos a uma transformação forte (raiz quarta) e posteriormente convertidos a distância de *Hellinger* que, segundo LEGENDRE; LEGENDRE (2012) se configura como um

dos métodos de transformação mais adequado para dados biológicos em estudos de ordenação.

$$Y_{Raging} = \frac{X_{ij} - \text{Min}(X_{ij})}{\text{Max}(X_{ij}) - \text{Min}(X_{ij})}$$

$$D_{Hellinger} = \sqrt{\sum \left(\sqrt{\frac{x_i}{\sum x_i}} - \sqrt{\frac{x_j}{\sum x_j}} \right)^2}$$

Onde:

D Hellinger = Distância de Hellinger;

Max = Valor máximo;

Min = Valor mínimo;

4.5 Análises dos Dados

As densidades zooplancônicas foram testadas para verificar se suas distribuições eram normais ao nível de significância estatística de 5%, utilizando-se teste W de Shapiro-Wilks (ZAR, 1999). Uma vez que as densidades não apresentaram distribuição normal (mesmo quando transformadas), optou-se por utilizar o teste H de Kruskal-Wallis (Análise de Variância não-paramétrica) para mais de dois tratamentos.

Quando as comparações entre as medianas dos tratamentos foram feitas duas a duas, utilizou-se um teste não-paramétrico de Mann-Whitney (teste U) com correção de Bonferroni nos valores de p (SIEGEL, 1975). Tais testes, foram utilizados para comparar as variáveis ambientais (pH, oxigênio dissolvido, temperatura, precipitação, STD' e condutividade) e biológicas (densidade, dominância e riqueza de espécies) em escala temporal (mensal) e espacial (pontos).

Os testes de Mann-Whitney e Kruskal Wallis foram realizados através do software Paleontological Statistics (PAST) versão 3.17.

4.5.1 Análise de agrupamento

Para a avaliação da formação de grupos de amostras (modo Q) e de espécies (modo R) da comunidade zooplancônica, a matriz de dados biológicos transformada por *Hellinger* foi submetida a análises de agrupamento utilizando como métrica a distância euclidiana e o

método de agrupamento hierárquico de Ward (MILLIGAN; COOPER, 1987; AZERIA et al., 2009; PERES-NETO et al., 2006; BOCARD; LEGENDRE, 2012; LEGENDRE; GAUTHIER, 2014). A vantagem da metodologia proposta é a minimização da variação interna pela formação de grupos com o menor desvio padrão possível entre os grupos (EVERITT et al., 2001; DUTRA et al., 2004).

As análises de agrupamento foram realizadas utilizando-se o software Paleontological Statistics (PAST) versão 3.17. Os níveis de corte foram definidos de forma a definir grupos mais consistentes.

4.5.2 Análise de Redundância Canônica (RDA)

A avaliação da relação da densidade de organismos zooplanctônicos com as variáveis ambientais e espaço-temporais foi realizada pela técnica de Análise de Redundância Canônica (RDA). Sendo que o processamento foi realizado através do software CANOCO 4.5 (BORCARD et al., 1992; ANDERSON; GRIBBLE, 1998; LEGENDRE; GALLAGHER, 2001; ter BRAAK; ŠMILAUER, 2002).

A matriz ambiental foi composta por 22 variáveis físico-químicas analisadas: temperatura, pH, alcalinidade total, dureza, CE, STD, OD, DBO, DQO, turbidez, STS, Cl^- , SO_4 , F^- , N-NO_3^- , N-NH_4 , PO_4^{3-} e fósforo total, clorofila-a e precipitação pluviométrica, dividida entre: dia da coleta, um dia antes da coleta e dois dias antes da coleta, enquanto que a matriz espaço-temporal foi representada por dados dummy (0/1) relacionados a característica do ponto de amostragem (canal e interior) nos meses analisados, os quais foram classificados após análise de ordenação e visualização do comportamento das amostras no eixo.

A seleção das variáveis que apresentaram significância em relação à variação observada nos dados biológicos foi realizada através do teste de Monte Carlo com 9999 permutações (LEGENDRE, 2008; DRAY et al., 2012; BLANCHET et al., 2014).

5 RESULTADOS

5.1 Variáveis Ambientais

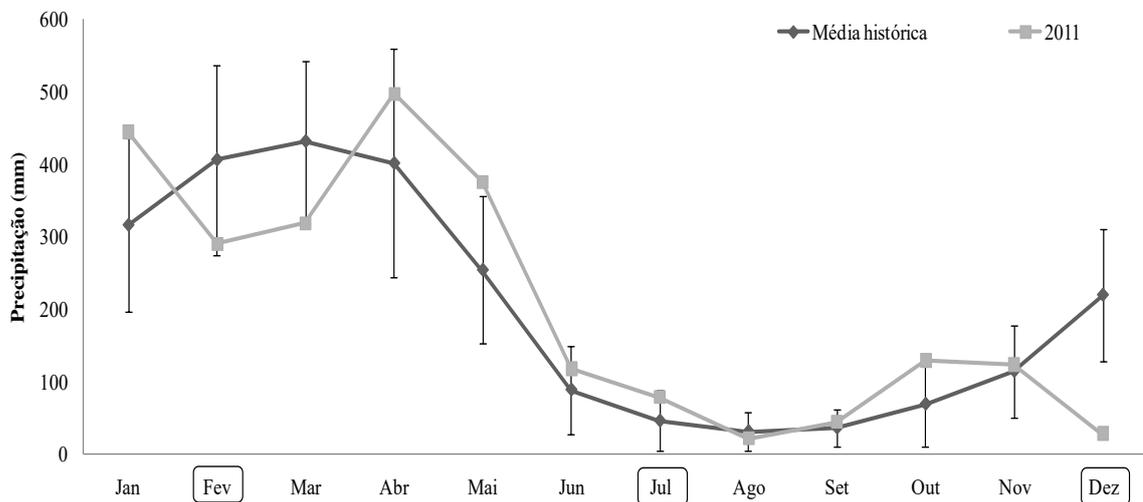
Com as médias de chuvas mensais ao longo dos últimos 30 anos (1981-2011) foi possível observar uma variação sazonal do regime pluviométrico dividida em dois diferentes períodos sazonais (Figura 2). Um período com maior índice pluviométrico compreendido entre os meses de fevereiro a abril, e o de menor índice pluviométrico compreendido entre os

meses de julho a setembro, há ainda períodos de transição entre estes dois períodos sazonais que compreende entre os meses de maio e junho e entre novembro e janeiro.

A precipitação pluviométrica nos meses amostrados de 2011 variou de 27 mm em dezembro e 289 mm em fevereiro, sendo que estes valores estiveram abaixo da média histórica (219 mm e 406 mm, respectivamente); enquanto que em julho, com 78 mm, mostrou-se acima da média (45 mm) (Figura 2).

O mês de dezembro foi considerado atípico uma vez que sua precipitação média esteve muito abaixo da média histórica e fora da faixa de variação natural, inclusive apresentando média semelhante ao dos meses mais secos.

Figura 2 - Distribuição das variações pluviométricas mensais, durante o ano de 2011, e média climatológica dos últimos 30 anos (1981-2011) no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).



Em relação aos parâmetros físico-químicos da água, os maiores valores de pH (7,97), temperatura (31,1°C) e alcalinidade total (30 mg/L) foram observados nas amostras do mês de fevereiro, enquanto que os maiores valores de dureza (13,7 mg/L) e OD (9,09 mg/L) foram no mês de dezembro. Entretanto, tais parâmetros não apresentaram diferença significativa entre os meses amostrados ($p > 0,05$).

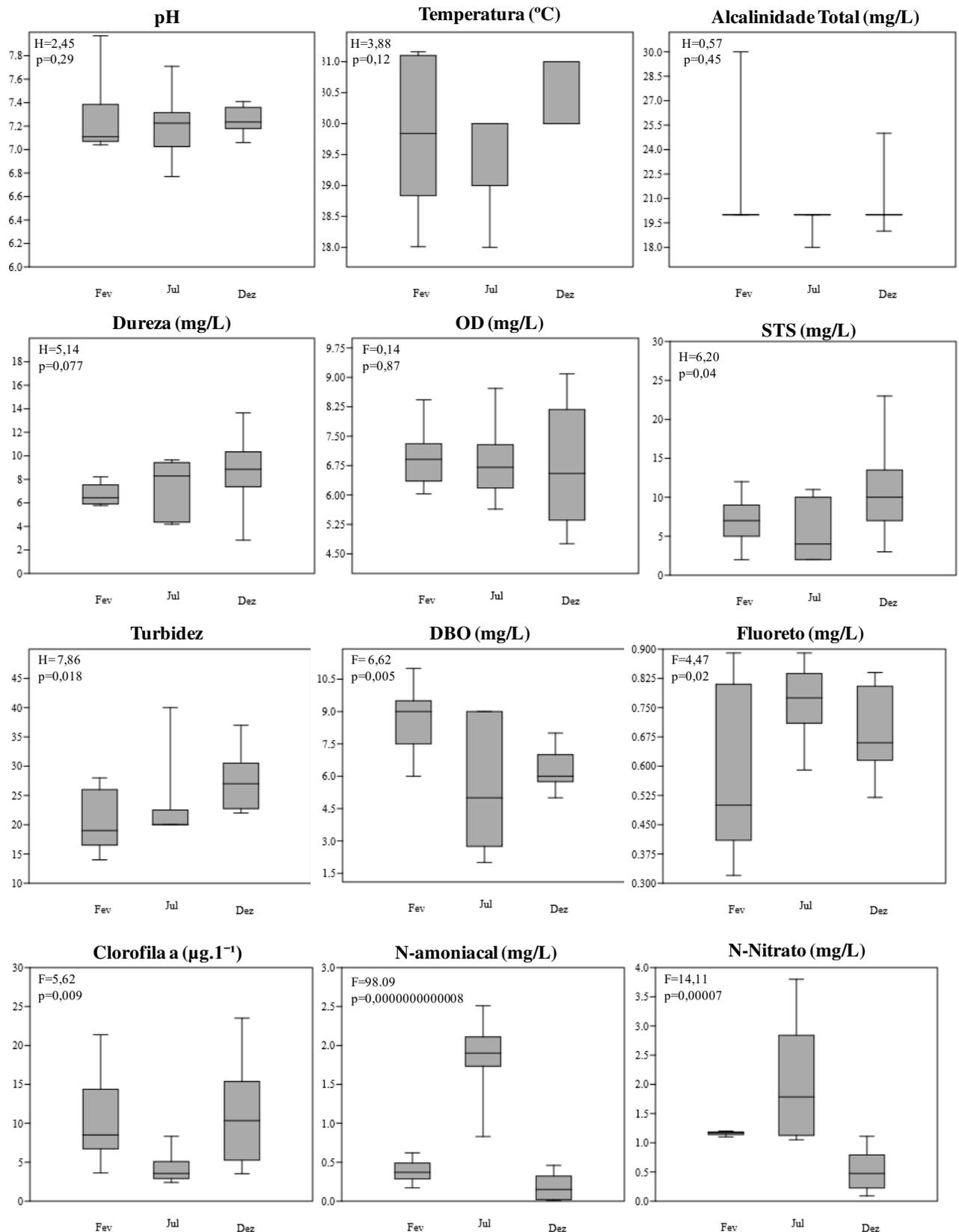
Por outro lado, houve diferença significativa em relação aos STS ($p < 0,05$) e turbidez ($p < 0,01$), onde os valores de dezembro foram significativamente maior em relação a julho. Também foi observado diferença significativa nos valores de DBO ($p < 0,01$) e fluoreto ($p < 0,05$) entre os meses de fevereiro e julho, onde o mês de fevereiro apresentou maiores médias de DBO e no mês de julho, maiores valores de fluoreto.

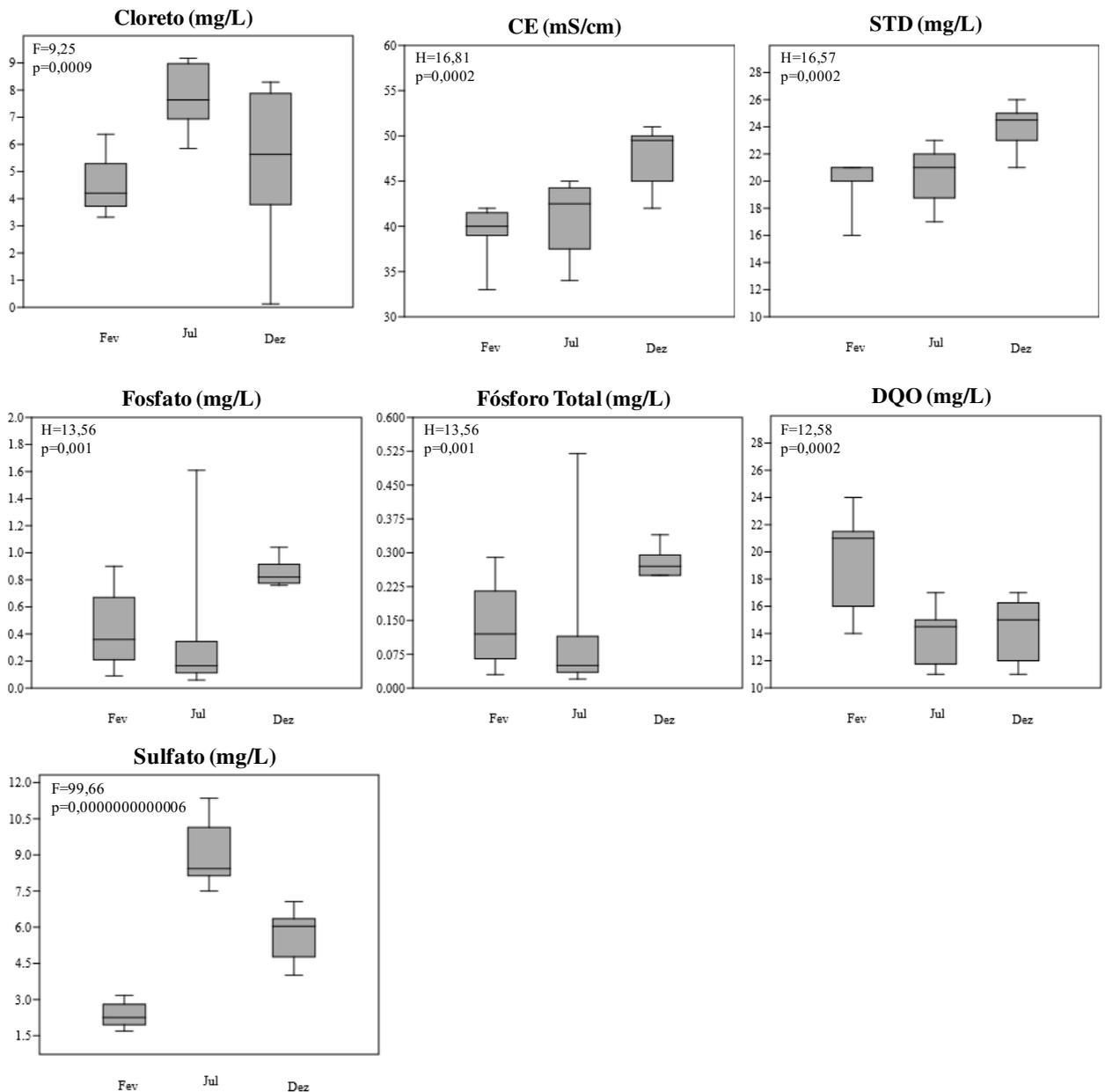
No mês de julho também foi registrado valores significativamente menores, em relação à clorofila-a ($p < 0,01$) e maiores em relação a N-amoniaco ($p < 0,0001$), N-nitrato ($p < 0,0001$).

O mês de dezembro apresentou maiores médias de CE (48 mS/cm), STD (24 mg/L), fosfato (0,85mg/L) e fósforo total (0,28mg/L) e tais parâmetros foram significativamente maiores em relação aos outros dois meses amostrados ($p < 0,05$).

Os valores de DQO foram significativamente maiores em fevereiro ($p < 0,001$). Já o sulfato apresentou valores significativamente menores em fevereiro, com um pico em julho e decréscimo em dezembro, sendo que todos os valores apresentaram diferenças significativas entre os meses analisados ($p < 0,0001$). Em relação aos pontos de amostragem, esses parâmetros não apresentaram diferença significativa (Figura 3).

Figura 3 - Variações mensais dos parâmetros ambientais registrados, durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).

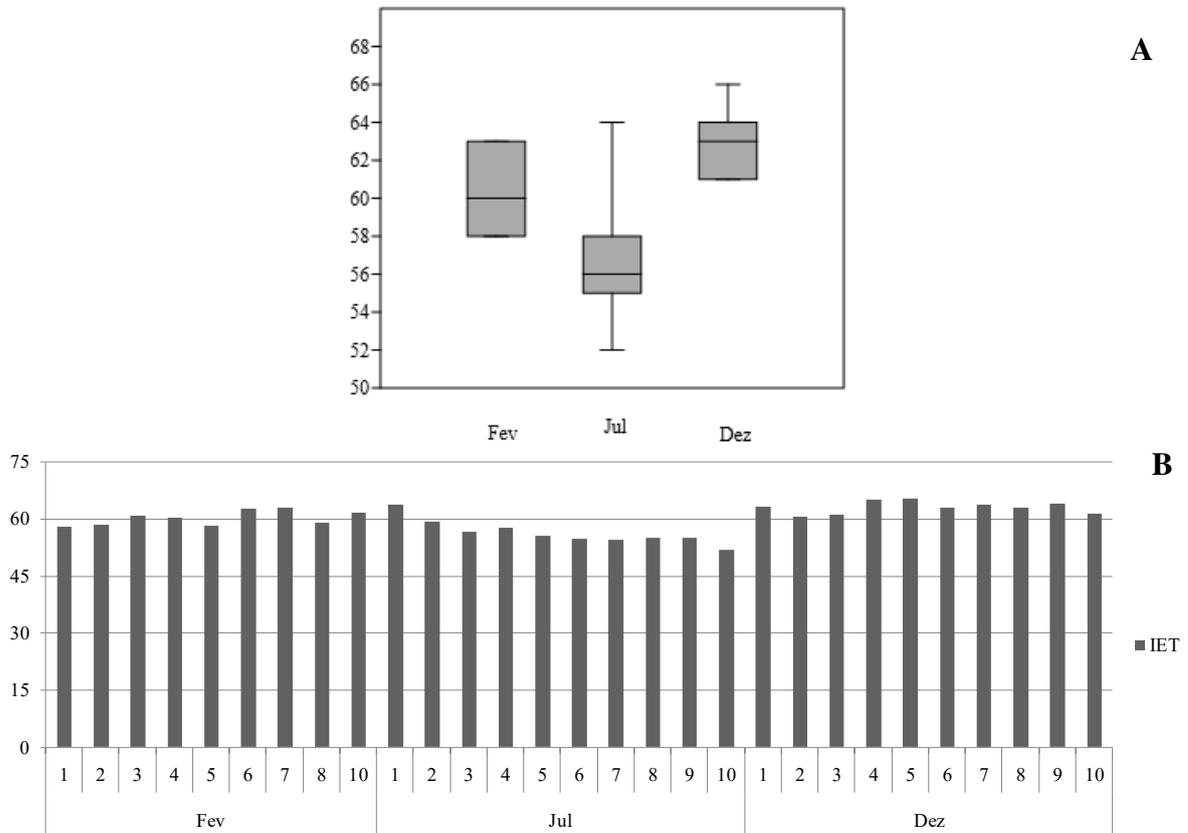




5.1.1 Índice de Estado Trófico (IET)

A avaliação do estado trófico da área estudada, com base nos teores de clorofila-a e fósforo total, foi classificada como eutrófico e apresentou variação significativa ($p < 0,00001$) em relação aos meses analisados, onde o mês de julho apresentou menor valor médio do IET (56,5), sendo classificado como mesotrófico. E os meses de fevereiro e dezembro apresentaram maiores valores do IET (60,3 e 63,3, respectivamente). Em relação aos pontos de amostragem, somente o ponto 10 foi classificado como mesotrófico, porém com um valor muito próximo a eutrófico.

Figura 4- Variação mensal (A) e espacial (B) do Índice de Estrado Trófico (IET) registrados, durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).



5.2 Estrutura da Comunidade Zooplanctônica

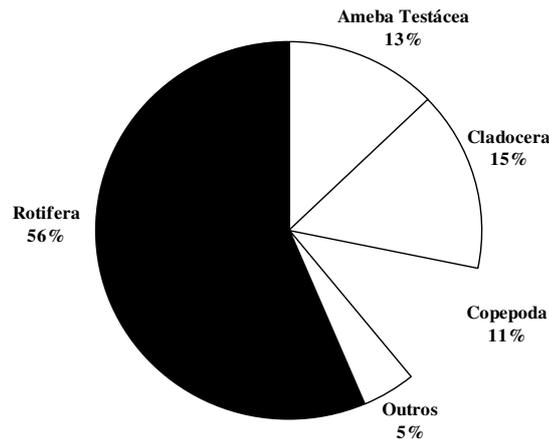
Foram identificadas 156 categorias taxonômicas de organismos zooplanctônicos, entre rotíferos, cladóceros e copepodas, além de larvas de moluscos e decapodas, ostracoda e ácaros (outros).

O filo Rotifera apresentou, durante todo o período amostrado, maior riqueza de espécies com 88 táxons, distribuídos em 17 famílias e 26 gêneros, correspondendo a 56% do total da comunidade registrada, seguido pelos microcrustáceos da subordem Cladocera (15%), com 24 táxons distribuídos em 8 famílias e 15 gêneros e os protozoários (Amebas testáceas) com 13% e 20 táxons distribuídos em 4 famílias e 4 gêneros (Figura 5).

A subclasse Copepoda apresentou a menor riqueza durante a amostragem (11%) com 13 espécies/grupos distribuídos em 4 famílias e 7 gêneros, com dois gêneros da ordem Calanoida e 5 gêneros da ordem Cyclopoida.

O grupo classificado como ‘outros’, refere-se a organismos que esporadicamente aparecem no plâncton (larvas de moluscos e decapodas, ostracoda e ácaros); estes representaram 5% da comunidade no período amostrado (Figura 5).

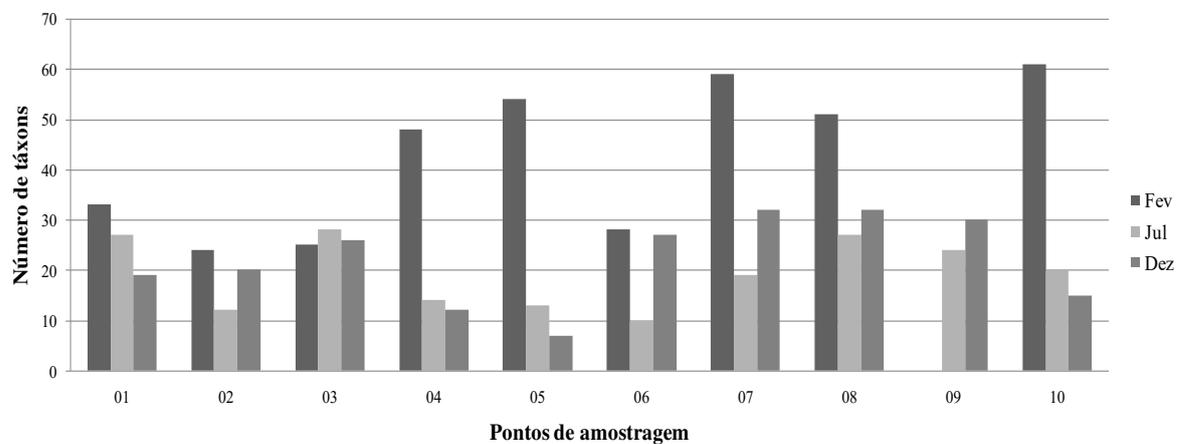
Figura 5 - Distribuição percentual dos principais grupos zooplancônicos registrados, durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).



O mês de fevereiro apresentou maior riqueza de taxa, com valores significativamente mais elevados ($p < 0,0001$) quando comparado com os outros meses analisados. Durante esse mês foi registrado, no ponto 10, uma maior riqueza de espécies (61 spp), no entanto, não foi observada diferença significativa entre os pontos de amostragem.

O ponto 2 apresentou menor riqueza durante todo o período analisado (Figura 6).

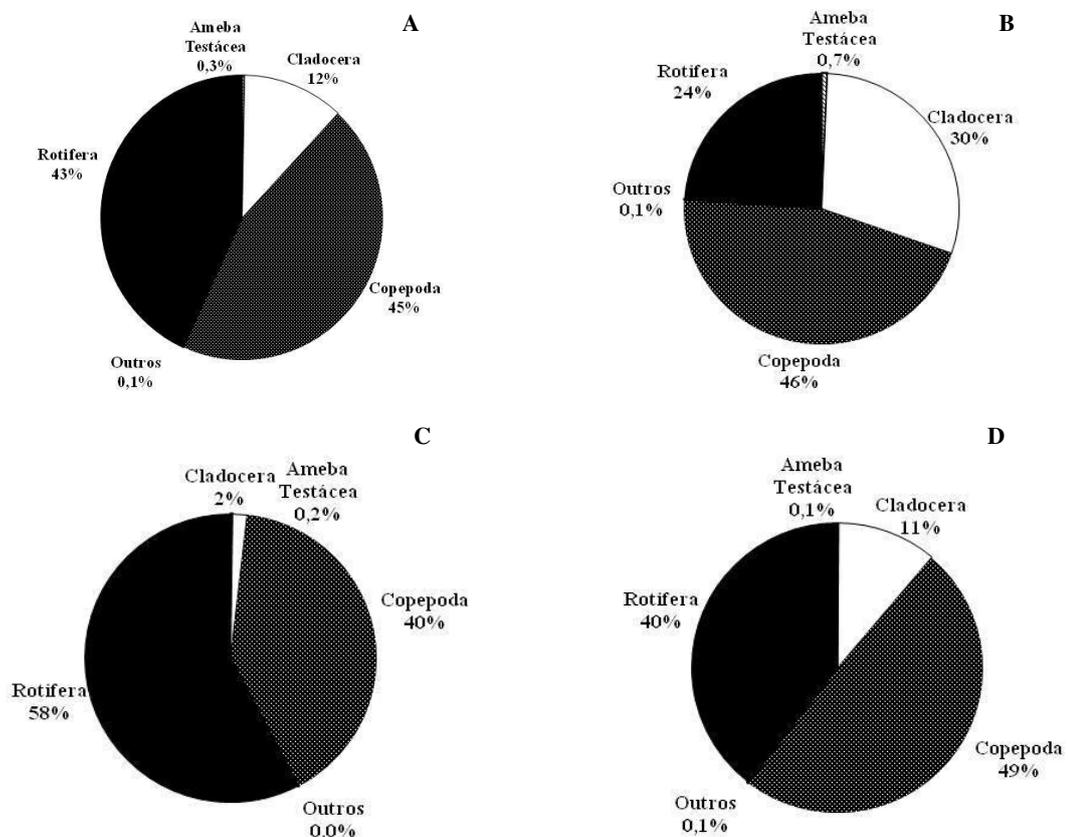
Figura 6 - Riqueza zooplancônica registrada, durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).



Entre os rotíferos, a família Brachionidae (25 espécies e 8 subespécies) e Lecanidae (17 espécies) apresentaram maior número de táxons. Embora os rotíferos tenham apresentado o maior número de taxa durante todo período amostrado, por outro lado, neste mesmo período, os copépodos foram os organismos mais abundantes, devido principalmente à presença de estágios iniciais de desenvolvimento de copépodos (náuplios e copepoditos). Além disso, esses estágios iniciais também foram encontrados em praticamente todas as amostras, sendo, portanto, muito frequentes na região. Entretanto, os copépodos foram menos abundantes em julho, quando ocorreu a maior dominância dos rotíferos.

Os cladóceros apresentaram maiores valores de densidade em fevereiro, com destaque para as espécies *Bosminopsis deitersi*, *Diaphanosoma birgei*, *Holopedium amazonicum* e *Moina minuta* que juntos representaram 70% da comunidade de Cladocera deste mês, ressaltando-se ainda a contribuição dos neonatos (10%) (Figura 7).

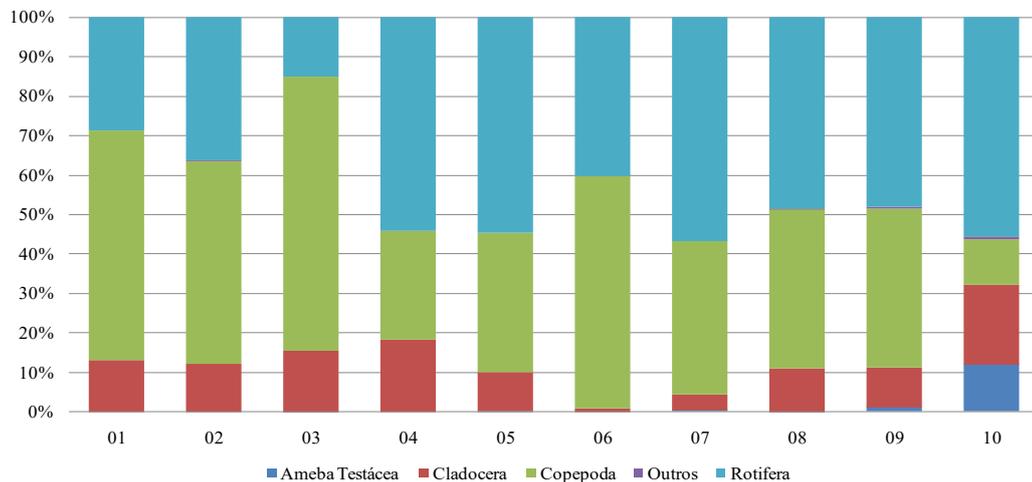
Figura 7 - Distribuição percentual da abundância zooplânctônica, durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil). Onde: A - Total; B - Fevereiro; C - Julho; D - Dezembro.



A densidade total do zooplâncton, no ambiente de estudo não apresentou diferenças significativas entre os meses e nem em relação aos pontos, porém o ponto 01 do mês de dezembro apresentou maior densidade ($3,31 \times 10^7$ org/m³) e a menor no ponto 10 de julho ($3,15 \times 10^4$ org/m³).

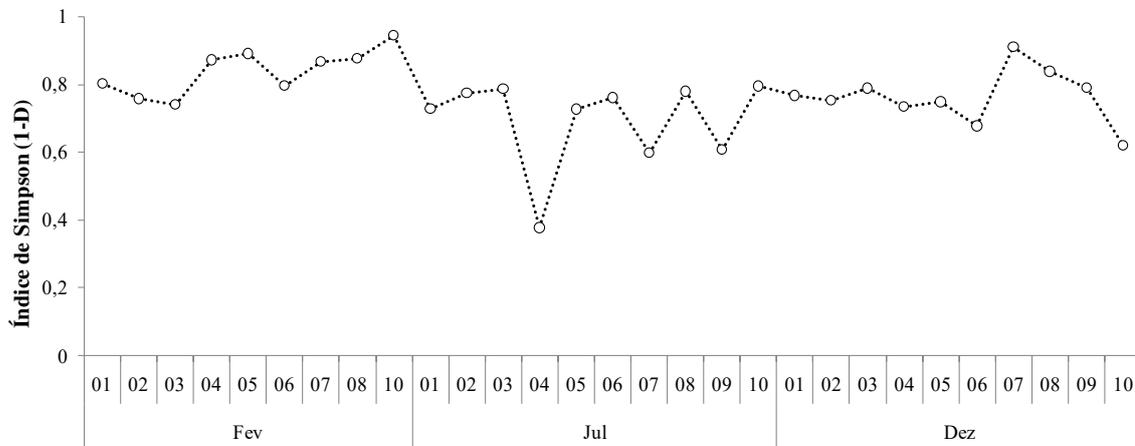
Durante todos os meses analisados, nos pontos próximos a barragem (01,02 e 03), a densidade de copépodos é maior, o que modifica a partir do ponto 04, onde o padrão de variação de densidade de rotíferos é mais elevado, com exceção somente no ponto 06 onde os copépodos são mais abundantes (Figura 8).

Figura 8 - Padrão de variação geral da densidade zooplanctônica, durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).



O índice de Simpson (1-D) mostrou os menores valores médios em julho (0,69) e maiores em fevereiro (0,83), com diferença significativa entre estes dois meses ($p=0,004$), este fato pode ser em decorrência do aumento de rotíferos, principalmente da espécie *K. americana* que apresentou dominância (46%), no ponto 04 do mês de julho, mostrando uma distribuição não homogênea nesse ponto (Figura 9).

Figura 9 - Índice de Simpson da comunidade zooplanctônica, durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).



A análise da frequência de ocorrência dos organismos zooplanctônicos mostrou que 80% dos táxons foram classificados como esporádicos, 12% como pouco frequentes, 5% frequentes e 3% como muito frequentes, destacando-se nesta última categoria o cladóceros *Bosminopsis deitersi* e o rotífero *K.americana*, além dos estágios iniciais de náuplios e copepoditos, os quais apresentaram elevadas frequências (>75%) ao longo de toda a amostragem (Tabela 1).

Entre as espécies de cladóceros destacam-se ainda *Bosmina hagdmani*, *Diaphanosoma birgei* e *Moina minuta*, além dos estágios iniciais de cladóceros (neonatos). Entre os rotíferos: *Filinia camasecla*, *Filinia terminalis*, *Lecane proiecta* e *Polyarthra vulgaris* foram às espécies que mais se destacaram, frequentes em todos os períodos amostrados (FR > 50%).

Em fevereiro houve uma maior abundância de cladóceros, havendo diferença significativa ($p < 0,03$) entre os meses de fevereiro e julho. A espécie *H. amazonicum* apresentou frequência de ocorrência superior a 50% e elevadas densidades, o que não foi observado nas amostragens subsequentes, nos meses de julho e dezembro. No entanto, as espécies *Diaphanosoma* sp., *C. reticulata* apresentaram maiores densidades no mês de julho.

Apesar de não terem sido abordados sob o ponto de vista taxonômico, as formas imaturas de copépodos (náuplios e copepoditos) foram consideradas nos padrões de variações de densidade totais ao longo dos períodos amostrados, principalmente devido às suas elevadas frequências de ocorrência.

Tabela 1 - Composição e frequência de ocorrência zooplancônica dos táxons mais importantes, durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).

Família / Espécie	Mês			Classificação FR(%)
	Fev	Jul	Dez	
AMEBA TESTÁCEA				
Arcellidae				
<i>Arcella costata angulosa</i> (Perty, 1852)	E	-	E	Esporádico
<i>Arcella vulgaris</i> Ehrenberg, 1830	E	E	E	Esporádico
Centropyxidae				
<i>Centropyxis discoides</i> (Pénard, 1890)	E	-	E	Esporádico
<i>Centropyxis</i> sp	E	-	E	Esporádico
Diffugiidae				
<i>Diffugia</i> sp3	E	E	E	Esporádico
CLADOCERA				
Neonatos	F	PF	F	
Bosminidae Sars, 1865				
<i>Bosmina hagmanni</i> Stingelin, 1904	PF	PF	F	Frequente
<i>Bosmina longirostris</i> O.F. Muller, 1785	F	E	F	Pouco frequente
<i>Bosminopsis deitersi</i> Richard, 1895	MF	MF	F	Muito frequente
Daphniidae Straus, 1820				
<i>Ceriodaphnia cornuta cornuta</i> Sars, 1886	F	E	F	Pouco frequente
<i>Ceriodaphnia dubia</i> Richard, 1894	E	-	-	Esporádico
<i>Ceriodaphnia cornuta rigaudi</i> Richard, 1886	PF	PF	PF	Pouco frequente
<i>Ceriodaphnia reticulata</i> (Jurini, 1820)	E	E	-	Esporádico
<i>Moinodaphnia macleayi</i> (King, 1853)	PF	-	E	Esporádico
Ilyocryptidae Smirnov, 1992				

Tabela 1 - Composição e frequência de ocorrência zooplancônica dos táxons mais importantes, durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).

Família / Espécie	Mês			Classificação FR(%)
	Fev	Jul	Dez	
<i>Ilyocriptus spinifer</i> Herrick, 1882	PF	E	E	Esporádico
Moinidae Goulden, 1967				
<i>Moina micrura</i> Kurz, 1874	PF	E	E	Esporádico
<i>Moina minuta</i> Hansen, 1899	MF	F	F	Frequente
<i>Moina</i> sp	E	-	E	Esporádico
Sididae Baird, 1850				
<i>Diaphanosoma birgei</i> Korinek, 1981	MF	PF	F	Frequente
<i>Diaphanosoma</i> sp	E	E	-	Esporádico
Holopediidae G.O. Sars, 1865				
<i>Holopedium amazonicum</i> Stingelin, 1904	F	E	E	Pouco frequente
COPEPODA	-	-	-	
Nauplio	MF	MF	MF	Muito frequente
Calanoida				
Calanoida sp1	-	E	E	Esporádico
Calanoida sp2	-	E	-	Esporádico
Copepodito calanoida	MF	MF	F	Muito frequente
Diaptomidae				
<i>Argyrodiaptomus</i> sp	-	E	-	Esporádico
<i>Notodiaptomus henseni</i> Dahl, 1894	PF	E	-	Esporádico
Cyclopoida				
Copepodito cyclopoida	MF	MF	MF	Muito frequente
Cyclopoida sp1	-	E	E	Esporádico

Tabela 1 - Composição e frequência de ocorrência zooplantônica dos táxons mais importantes, durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).

Família / Espécie	Mês			Classificação FR(%)
	Fev	Jul	Dez	
Cyclopoida sp3	E	-	-	Esporádico
Cyclopidae				
<i>Mesocyclops</i> sp	PF	-	-	Esporádico
<i>Paracyclops</i> sp	E	E	PF	Pouco frequente
<i>Thermocyclops</i> sp	PF	-	PF	Esporádico
Harpacticoida				
Copepodito harpacticoida	E	-	-	Esporádico
ROTIFERA	-	-	-	
Rotifera sp1	E	E	-	Esporádico
Rotifera sp2	PF	F	-	Esporádico
Asplanchnidae				
<i>Asplanchna</i> sp2	PF	-	-	Esporádico
<i>Asplanchna</i> sp1	E	E	-	Pouco frequente
Brachionidae				
<i>Anureopsis</i> sp1	E	-	PF	Esporádico
<i>Anureopsis</i> sp2	F	E	-	Esporádico
<i>Brachionus caudatus austrogenitus</i> Ahlstrom, 1940	-	E	E	Esporádico
<i>Brachionus caudatus</i> Barrois & Daday, 1894	-	E	E	Esporádico
<i>Brachionus caudatus personatus</i> Ahlstrom, 1940	PF	E	E	Esporádico
<i>Brachionus dolabratus</i> Harring, 1915	F	E	F	Pouco frequente
<i>Brachionus falcatus</i> Zacharias, 1898	F	PF	F	Pouco frequente
<i>Brachionus mirus angustus</i> Koste, 1972	E	-	E	Esporádico

Tabela 1 - Composição e frequência de ocorrência zooplancônica dos táxons mais importantes, durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).

Família / Espécie	Mês			Classificação FR(%)
	Fev	Jul	Dez	
<i>Brachionus mirus voighti</i> Hauer, 1961	PF	-	E	Esporádico
<i>Brachionus quadridentatus</i> Hermann, 1783	PF	-	-	Esporádico
<i>Brachionus quadridentatus quadridentatus</i> Hermann, 1783	E	-	-	Esporádico
<i>Brachionus urceolaris</i> Müller, 1773	E	-	-	Esporádico
<i>Brachionus zahniseri gessneri</i> Hauer, 1956	PF	F	F	Pouco frequente
<i>Brachionus zahniseri reductus</i> Hauer, 1956	PF	-	E	Pouco frequente
<i>Keratella americana</i> Carlin, 1943	MF	MF	MF	Muito frequente
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	MF	E	F	Pouco frequente
<i>Keratella lenzi</i> Hauer, 1953	PF	F	E	Pouco frequente
<i>Keratella quadrata</i> (Müller, 1786)	-	E	-	Esporádico
<i>Keratella tecta</i> (Gosse 1851)	-	-	E	Esporádico
<i>Keratella tropica</i> (Apstein 1907)	E	E	E	Esporádico
<i>Plationus patulus macracanthus</i> (Daday, 1905)	F	E	E	Pouco frequente
<i>Plationus patulus</i> (Müller, 1786)	PF	PF	F	Pouco frequente
<i>Platyas quadricornis</i> Ehrenberg, 1832	E	-	E	Esporádico
Euchlanidae				
<i>Euchlanis</i> sp	-	-	F	Esporádico
Filinidae				
<i>Filinia camasecla</i> Myers, 1938	MF	PF	MF	Frequente
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	E	-	-	Esporádico
<i>Filinia opeliensis</i> (Zacharias, 1898)	E	E	PF	Esporádico

Tabela 1 - Composição e frequência de ocorrência zooplancônica dos táxons mais importantes, durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).

Família / Espécie	Mês			Classificação FR(%)
	Fev	Jul	Dez	
<i>Filinia terminalis</i> (Plate, 1886)	MF	PF	F	Frequente
Gastropodidae				
<i>Ascomorpha ovalis</i> Bergedahl, 1892	F	E	E	Esporádico
<i>Ascomorpha</i> sp1	E	E	F	Esporádico
<i>Gastropus</i> sp	E	PF	-	Esporádico
Hexarthridae				
<i>Hexarthra intermedia</i> Wiszniewski, 1929	E	PF	F	Pouco frequente
<i>Hexarthra mira</i> (Hudson, 1971)	F	F	E	Esporádico
Lecanidae				
<i>Lecane curvicornis</i> (Murray, 1913)	PF	E	-	Esporádico
<i>Lecane leontina</i> (Turner, 1892)	E	-	-	Esporádico
<i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)	E	PF	-	Esporádico
<i>Lecane papuana</i> (Murray, 1913)	E	E	-	Esporádico
<i>Lecane proiecta</i> Hauer, 1956	E	F	F	Frequente
<i>Monostyla bulla</i> Gosse, 1851	E	E	-	Esporádico
<i>Monostyla lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)	-	-	E	Esporádico
<i>Monostyla</i> sp1	-	E	E	Esporádico
Synchaetidae				
<i>Polyarthra remata</i> Skorikov, 1896	MF	E	F	Pouco frequente
<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943	F	F	F	Frequente
Trichocercidae				
<i>Trichocerca chattoni</i> (Beauchamp, 1907)	F	PF	F	Pouco frequente

Tabela 1 - Composição e frequência de ocorrência zooplancônica dos táxons mais importantes, durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).

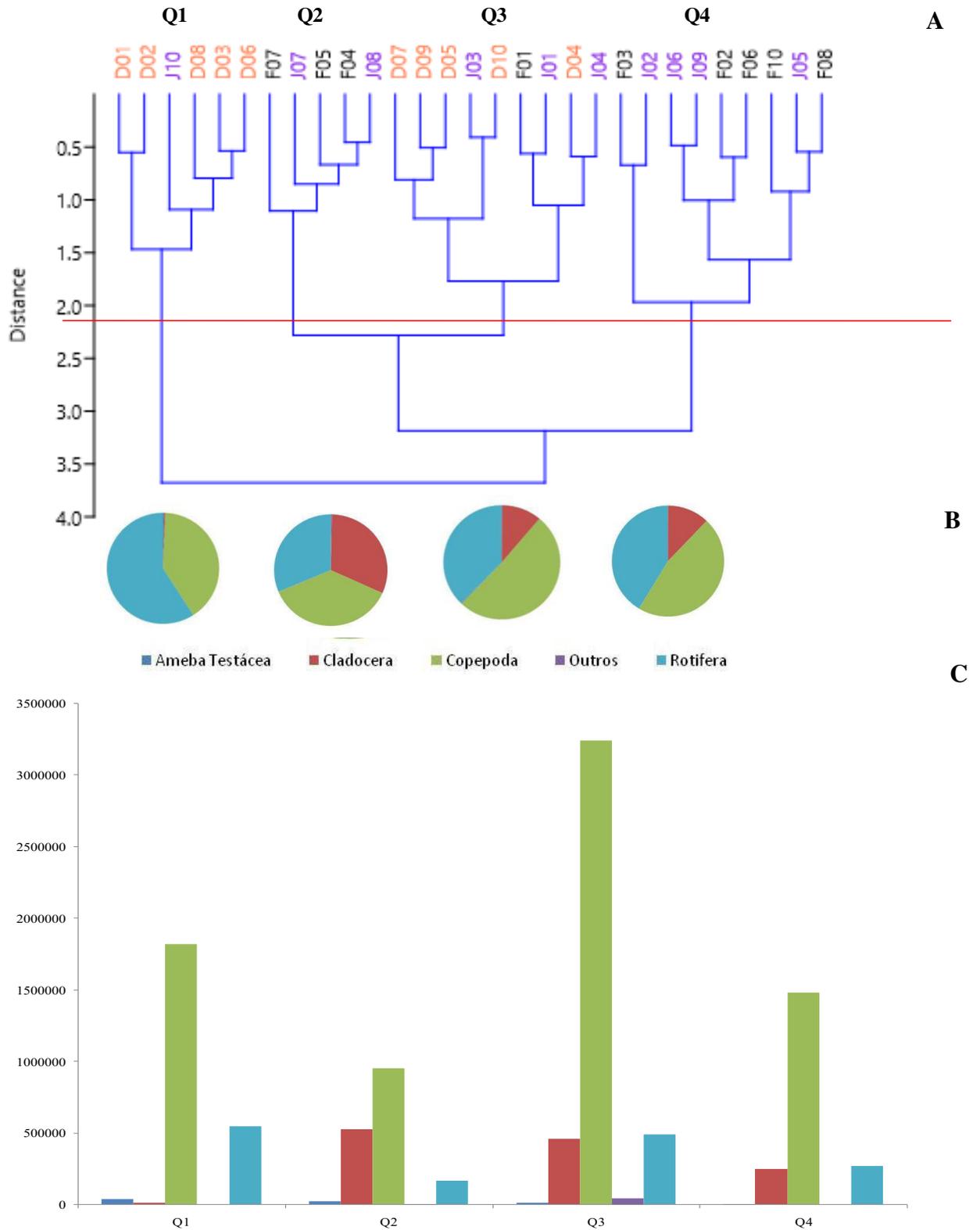
Família / Espécie	Mês			Classificação FR(%)
	Fev	Jul	Dez	
<i>Trichocerca pussila</i> (Jennings, 1903)	PF	PF	E	Pouco frequente
<i>Trichocerca similis</i> (Wierzejski, 1893)	E	-	E	Esporádico
Testudinellidae				
<i>Testudinella patina</i> (Hermann, 1783)	E	E	-	Esporádico
Mytilinidae				
<i>Mytilina</i> sp	PF	E	E	Esporádico
Epiphanidae				
<i>Epiphanes</i> sp	-	E	E	Esporádico
Filo: MOLUSCA				
Classe: GASTROPODA				
Larvas	E	-	E	Esporádico
Filo: ARTHROPODA				
Classe: INSECTA				
Larvas	E	-	E	Esporádico

5.2.2 Análise de Agrupamento da Comunidade Zooplanctônica

A análise de agrupamento, baseada nos dados de densidade zooplanctônica, foi composta 88 táxons, distribuídos em 2 táxons da categoria 'outros', 4 de amebas testáceas (tecamebas), 11 de copépodos, 17 de cladóceros e 54 de rotíferos.

A análise do modo Q evidenciou a formação de quatro grandes grupos, denominados Q1, Q2, Q3 e Q4. A partir das amostras pertencentes a cada grupo formado foram calculadas a abundância relativa dos grupos taxonômicos (B) e a densidade dos grupos taxonômicos (C). Estas informações foram apresentadas na Figura 10.

Figura 10 - Dendrograma das amostras a partir da matriz zooplanctônica, com os grupos formados (Q1, Q2, Q3 e Q4) (A), Abundância relativa do zooplâncton por grupo taxonômico (B) e Densidade média do zooplâncton por grupo taxonômico (C).



O grupo Q1 foi formado por seis amostras, sendo cinco de dezembro (01, 02, 03, 06 e 08) e uma de julho (10). Ocorreram 42 táxons, onde rotíferos e copépodos apresentaram maiores densidades, $2,9 \times 10^7$ org/m³ (59%) e $2,0 \times 10^7$ org/m³ (40%), respectivamente. Neste grupo houve a maior densidade de tecamebas ($1,58 \times 10^5$ org/m³) representada apenas pela espécie *Arcella vulgaris*. Este grupo ainda apresentou os maiores valores médios de pH, temperatura, CE, STD, OD, turbidez, STS, dureza e os íons sulfato e fluoreto e as menores médias de precipitação (do dia anterior e dois dias antes da coleta).

O grupo Q2 foi formado por cinco amostras sendo três de fevereiro (04, 05 e 07) e duas de julho (07 e 08). Ocorreram 74 táxons, onde os copépodos apresentaram maiores densidades ($1,05 \times 10^7$ org/m³), seguidos dos rotíferos ($8,85 \times 10^6$ org/m³) e cladóceros ($8,89 \times 10^6$ org/m³). Neste grupo os cladóceros apresentaram a maior densidade e riqueza taxonômica em relação aos demais grupos, assim como os rotíferos e tecamebas apresentaram maior riqueza taxonômica nesse agrupamento. Este grupo ainda apresentou os maiores valores médio de compostos nitrogenados (nitrato e amônia) e precipitação, e os menores valores médios de turbidez, STS, DBO, dureza e os íons sulfato e fluoreto e fósforo (total e fosfato).

O grupo Q3 foi formado por nove amostras sendo cinco de dezembro (04, 05, 07, 09 e 10), três de julho (01, 03 e 04) e uma de fevereiro (01), com 66 táxons. Este grupo apresentou a maior densidade zooplanctônica ($7,00 \times 10^7$ org/m³), com maiores densidades de copépodos ($3,57 \times 10^7$ org/m³), rotíferos ($2,64 \times 10^7$ org/m³) e outros ($8,91 \times 10^4$ org/m³). Este grupo ainda apresentou os maiores valores médio de cloreto, fósforo (total e fosfato) e clorofila-a. E menores valores de OD, alcalinidade e precipitação do dia.

O grupo Q4 foi formado por nove amostras, sendo quatro de julho (02, 05, 06 e 09) e cinco de fevereiro (02, 03, 06, 08 e 10). Ocorreram 52 táxons, onde os copépodos ($1,63 \times 10^7$ org/m³) apresentaram maiores densidades, seguidos dos rotíferos ($1,45 \times 10^7$ org/m³) e cladóceros ($4,21 \times 10^6$ org/m³). Este grupo ainda apresentou os maiores valores médios de DBO, DQO e alcalinidade total e menores valores de pH, temperatura, CE e STD.

A análise do modo R mostrou seis grupos, um formado (R1) por rotíferos e copépodos, onde se concentraram os organismos mais abundantes e frequentes durante o período do estudo: copepoditos de calanoida e cyclopoida, náuplios e *K. americana* (Figura 11).

As formações de grupo R2, R3, R4 e R5 foram formadas pelas espécies raras (<20%). O grupo (R2) foi composto por cladóceros, copépodos e rotíferos, no entanto, 60% dos constituintes deste agrupamento foram dos rotíferos: *Plationus patulus*, *Lecane curvicornis*, *Ascomorpha* sp1, *Brachionus quadridentatus*, Rotifera sp1 e *Trichocerca pussila*. Já os

copépodos foram representados principalmente por *Paracyclops* sp., *Thermocyclops* sp1 e *Notodiaptomus henseni*, além de *Holopedium amazonicum*.

O terceiro grupo (R3) apresentou a maior riqueza taxonômica e foi composto por todos grandes grupos taxonômicos: 63% rotíferos, 20% cladóceros, 8% de amebas testáceas, 5% copépodos e ‘outros’, todos com frequência de ocorrência abaixo de 7%.

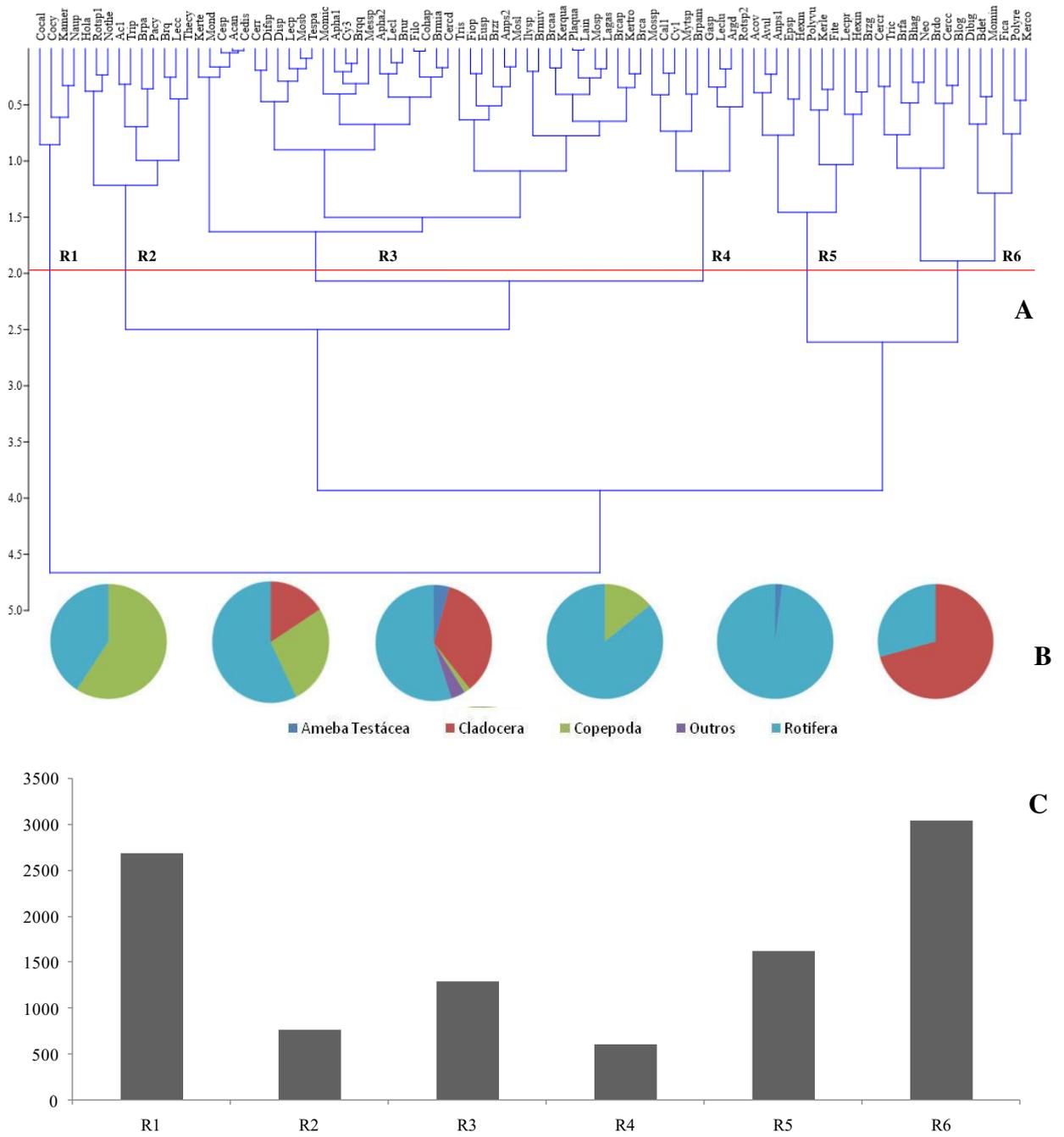
O quarto grupo (R4) foi formado por 67% de rotíferos e 33% de copépodos. Neste grupo concentraram-se os rotíferos *Monostyla* sp1, *Mytilina* sp., *Lecane luna*, *Gastropus* sp., *Plationus patulus macracanthus* e Rotifera sp2, e os copepodas *Argyrodiaptomus* sp1., Calanoida sp1 e Cyclopoida sp1.

O quinto grupo (R5) foi formado pelos rotíferos *Ascomorpha ovalis*, *Anureopsis* sp1, *Brachionus zahniseri gessneri*, *Filinia terminalis*, *Hexarthra intermedia*, *Hexarthra mira*, *Lecane proiecta*, *Polyarthra vulgaris*, *Epiphanes* sp. e *Keratella lenzi*, e pela tecameba *A. vulgari*.

O sexto grupo (R6) foi formado por 57% de cladóceros e 43% de rotíferos, representados pelas espécies: *Trichocerca* sp1, *Polyarthra remata*, *Filinia camasecla*, *Keratella cochlearis*, *Brachionus falcatus*, *Brachionus dolabratus*, *Diaphanosoma birgei*, *Ceriodaphnia cornuta rigaudi*, *Ceriodaphnia cornuta cornuta*, *Bosmina longirostris*, *Bosminopsis deitersi* e *Bosmina hagmanni*. Todas as espécies raras com exceção do cladocero *B. deitersi* classificado como pouco frequente.

Não houve diferença ($p > 0,05$) entre os grupos taxonômicos nos agrupamentos formados no *Cluster* tanto no modo Q, como no modo R.

Figura 11 – Dendrograma dos grupos taxonômicos zooplânctônicos (A), Percentual da densidade do zooplâncton por grupo taxonômico (B) e Densidade total do zooplâncton por grupo de espécies (C).



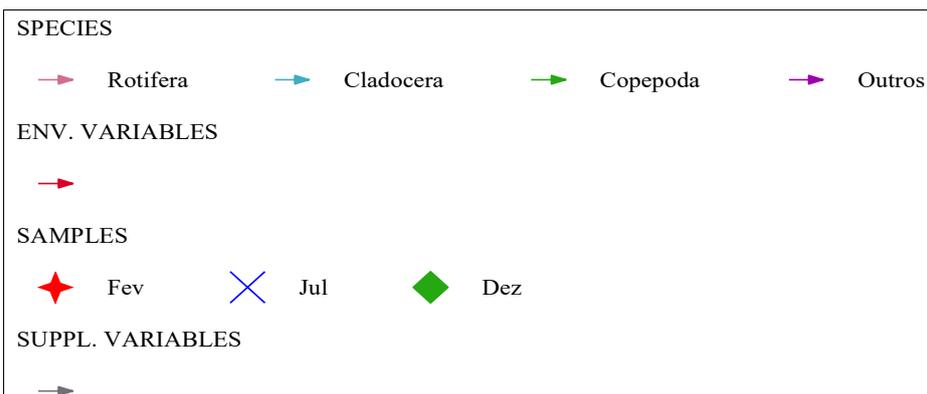
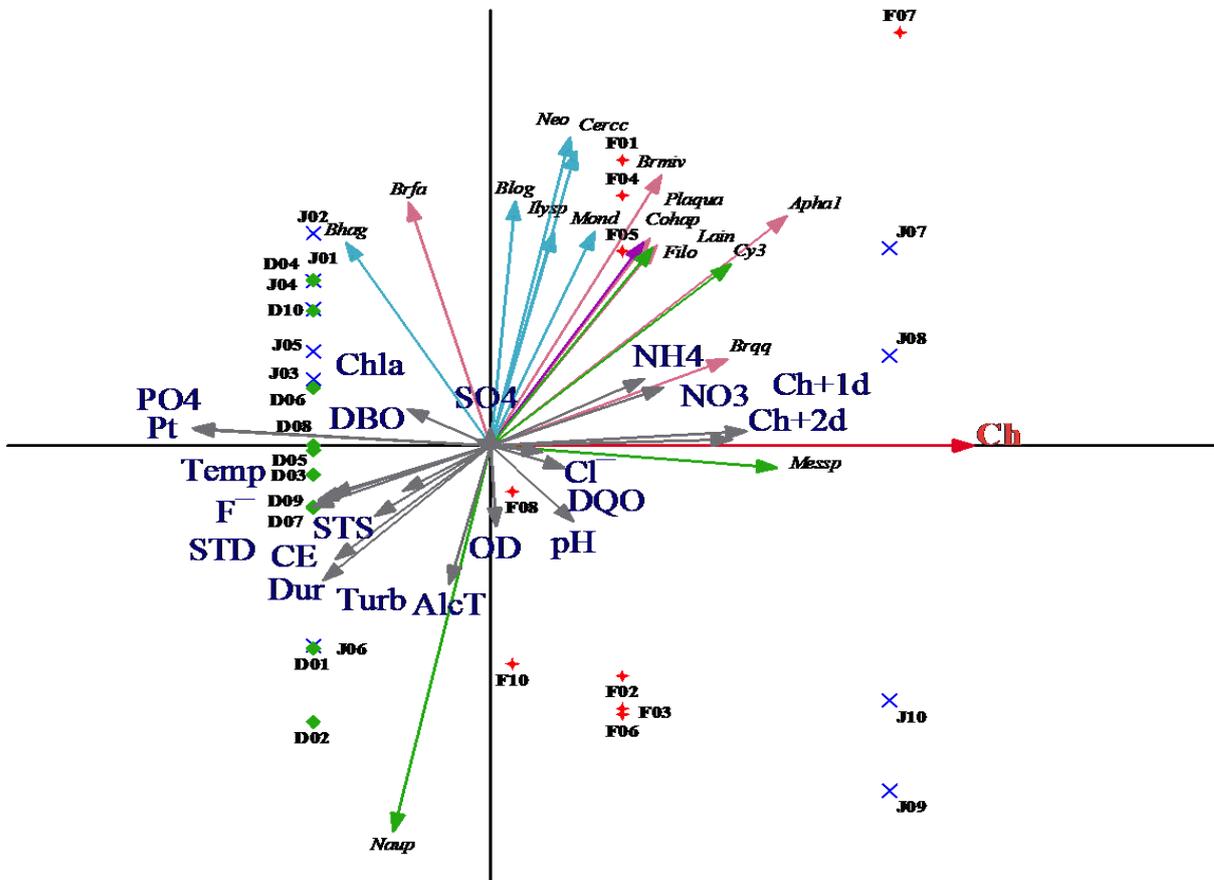
5.2.3 Análise de Ordenação da Comunidade Zooplanctônica

A associação entre a densidade zooplanctônica e as variáveis ambientais, e espaço-temporais foi avaliada através da Análise de Redundância Canônica (RDA). Foram testadas 22 variáveis explanatórias no modelo da análise temperatura, pH, alcalinidade total, dureza, CE, STD, OD, DBO, DQO, turbidez, STS, Cl^- , SO_4 , F^- , N-NO_3^- , N-NH_4 , PO_4^{3-} e fósforo total e clorofila-a e precipitação do dia da coleta (Ch), precipitação um dia antes da coleta (Ch+1d), precipitação de dois dias antes da coleta (Ch+2d), no entanto apenas a variável precipitação do dia da coleta (Ch) foi significativa ($p < 0,05$) na explicação dos padrões encontrados para os táxons zooplanctônicos. Sendo eixo canônico concentrando 5,3% da explicação dos dados.

As amostras onde foi registrada chuva durante o dia da coleta correlacionaram-se positivamente. As variáveis ambientais que não foram significativas (variáveis suplementares) foram plotadas no diagrama e foi possível verificar correlação positiva com eixo 1 entre os compostos nitrogenados. Nesta mesma maneira as variáveis suplementares CE, PO_4^{3-} e fósforo total que apresentaram maiores médias em dezembro, mês sem registro de chuva no dia da coleta, projetaram-se negativamente.

Dentre as espécies relacionadas a este gradiente, os rotíferos *Asplanchna* sp1 e *Brachionus quadridentatus quadridentatus*, cladócero *Holopedium amazonicum* e os copépodos *Mesocyclops* sp1 e Cyclopoida sp3 apresentaram-se relacionados à chuva, enquanto que as projeções dos rotíferos *Bosmina hagmanni*, *Brachionus falcatus* foram relacionadas com as amostras sem registro de chuva na coleta (Figura 12).

Figura 12 - Análise de Redundância Canônica (RDA) entre os pontos amostrais e parâmetros ambientais, temporais e espaciais, em relação à densidade zooplanctônica, durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).



A partir da análise utilizando os fatores ambientais, o que resultou baixa explicação da variância, foi avaliada a espacialidade das amostras no eixo, sugerindo um padrão espacial, em pontos próximos à margem (interior) e pontos na região limnética (canal). As variáveis espaço-temporais foram dispostas em uma matriz do tipo *dummy*.

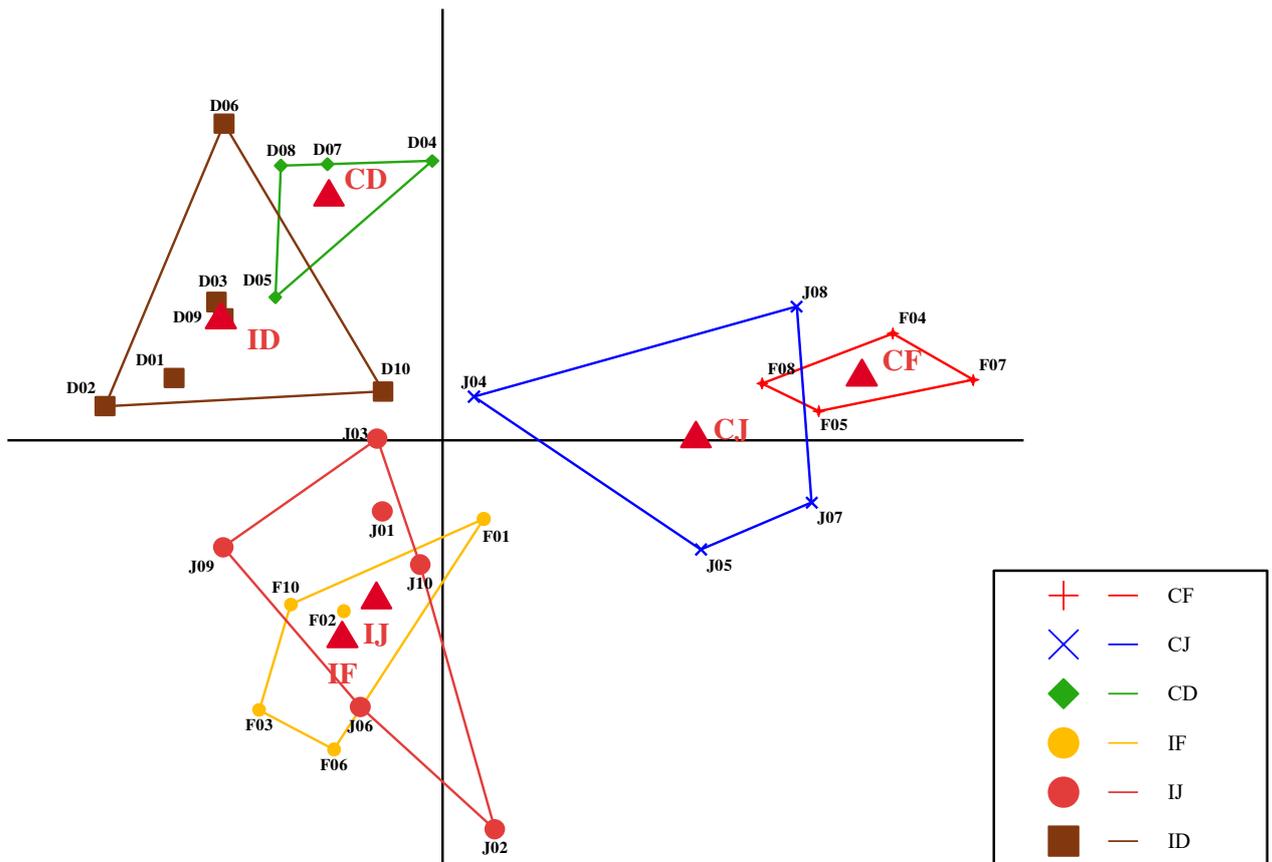
A associação entre a densidade zooplanctônica e as categorias espaço-temporais foi avaliada através da Análise de Redundância Canônica (RDA). Foram testadas seis variáveis

explanatórias no modelo da análise: os pontos referentes ao canal de fevereiro (CF), de julho (CJ) e de dezembro (CD) e os pontos referentes ao interior de fevereiro (IF), de julho (IJ) e de dezembro (ID).

A análise mostrou que a densidade zooplancônica está mais correlacionada com padrão espaço-temporal do lago da UHE de Tucuruí, do que a variação ambiental, onde as amostras de fevereiro e julho referentes ao habitat correlacionaram-se.

No eixo 1 as amostras do canal de fevereiro e julho positivamente e as do interior destes meses negativamente. As amostras do mês de dezembro correlacionaram-se, com pouca heterogeneidade entre os ambientes, sugerindo um ecossistema mais uniforme nesse período amostrado. Os eixos canônicos significativos concentraram 24,2% da variância dos dados (Figura 13).

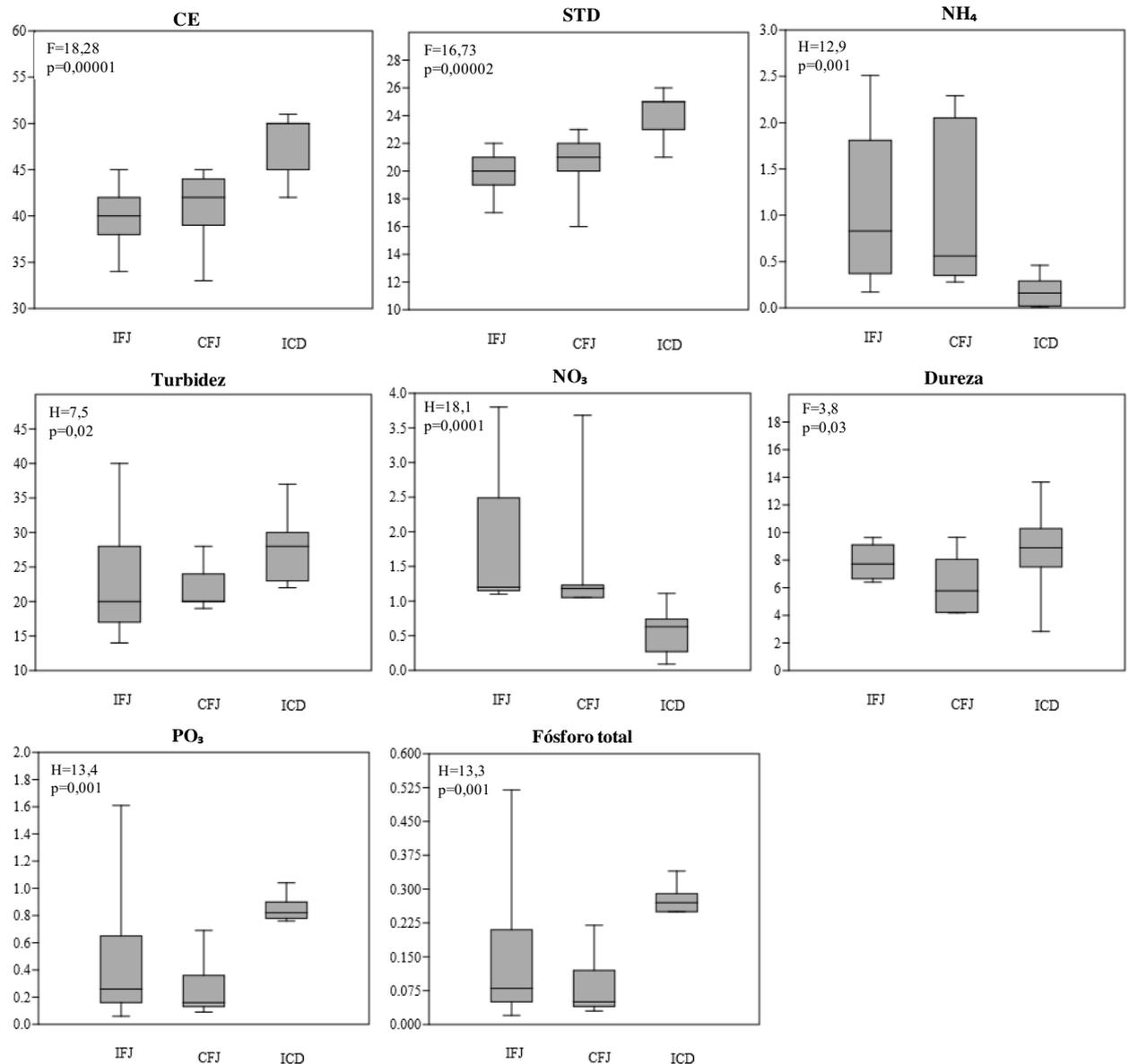
Figura 13 - Análise de Redundância Canônica (RDA) entre os pontos amostrais e parâmetros temporais e espaciais em relação à densidade zooplancônica, durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).



Após a classificação espaço-temporal, somente os fatores físico-químicos CE, STD, NH₄, Turbidez, NO₃, Dureza, PO₃ e Fósforo total mostraram diferença significativa ($p < 0,05$)

em relação aos grupos formados pelo ambiente (habitat): interior de fevereiro e julho (IFJ), canal de fevereiro e julho (CFJ) e interior e canal de dezembro (ICD) (Figura 14).

Figura 14 - Variações dos parâmetros ambientais de acordo com a classificação de ambientes, durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).

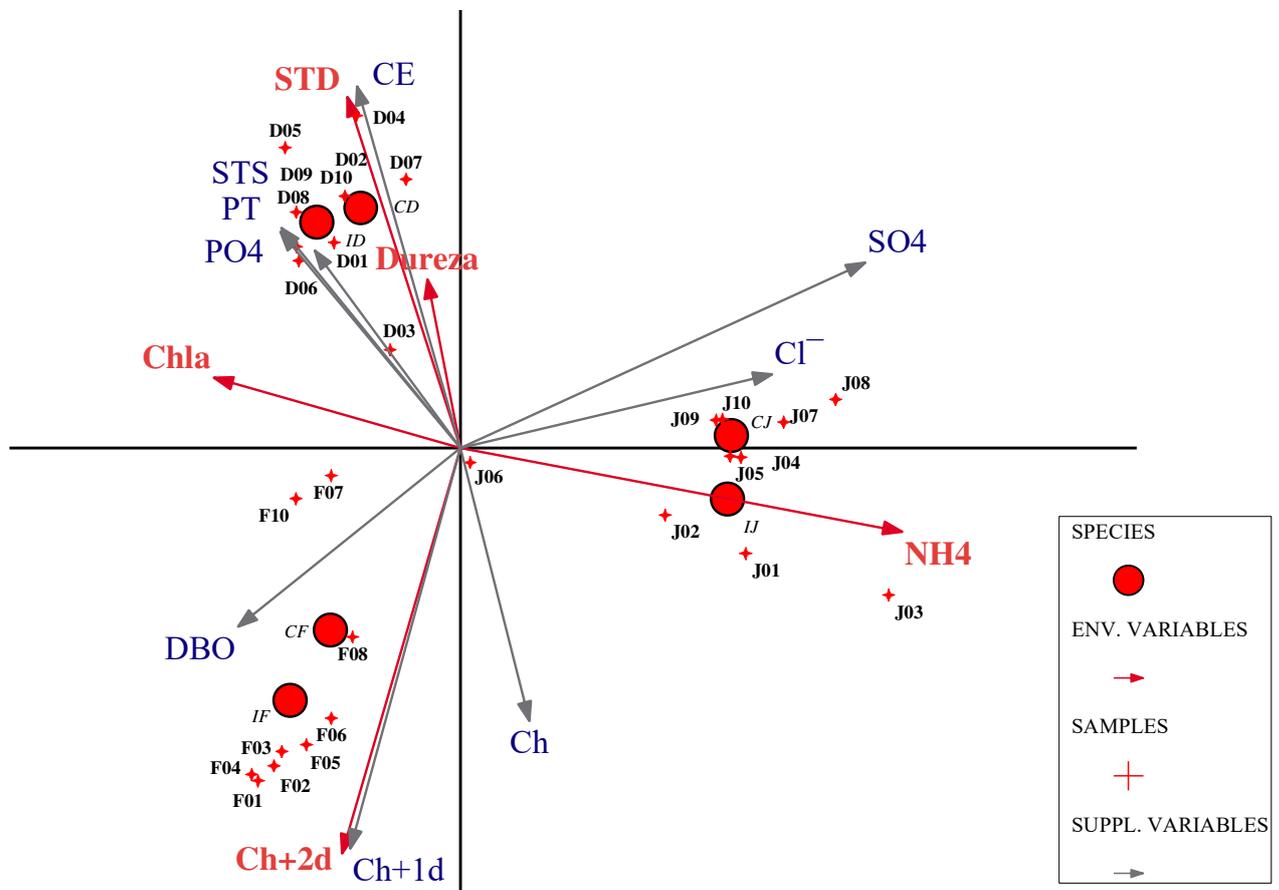


A associação entre as variáveis ambientais e as categorias espaço-temporais foi avaliada para verificar o percentual de explicação das variáveis ambientais em relação às categorias espaço-temporais.

As variáveis ambientais demonstraram padrão temporal, onde correlacionaram-se em relação à temporalidade (meses) mas não em relação ao ambiente (canal e interior) (Figura 15).

Os eixos canônicos significativos concentraram 53,5% da variância dos dados.

Figura 15 - Análise de Redundância Canônica (RDA) entre os pontos amostrais e parâmetros temporais e espaciais, durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).



O eixo 1 explicou 18,1% e esteve relacionado a produção primária, sendo as projeções positivas do parâmetro nitrogênio amoniacal (NH_4), com correlação negativa à quantidade clorofila-a, STD e dureza, parâmetros estes com maiores valores registrados no mês de dezembro.

O segundo eixo concentrou 17,3% da variância e esteve correlacionado com a precipitação acumulada de dois dias (Ch+2d), ainda nesse eixo a presença de chuva no dia da coleta (Ch), variável passiva, projetou o vetor entre as amostras de fevereiro e julho.

Os rotíferos estiveram presentes em todas as amostras com grande contribuição na abundância, principalmente no mês de dezembro. No entanto, no ponto 10 em fevereiro houve menor contribuição desses organismos, onde todos os grupos taxonômicos mostraram contribuições equivalentes. Já em relação aos copépodos, estes apresentaram maior contribuição no ambiente interior de fevereiro e julho, juntamente com as formas imaturas de nauplios (Figura 16).

Os cladóceros tiveram maior contribuição nas amostras referentes ao canal nos meses de fevereiro e julho, assim como também nos pontos mais próximos a barragem no mês de julho,

o que não foi observado em dezembro, onde não houve contribuição de cladóceros nestes pontos. Contudo, neste mês houve grande contribuição desses organismos no ponto mais distante da barragem (ponto 10).

As amebas testáceas estiveram relacionadas principalmente às amostras de dezembro, com pequenas contribuições nas amostras do canal e interior nos meses de fevereiro e julho, principalmente no ponto 10 (julho) (Figura 17).

Figura 16 - Análise de Redundância Canônica (RDA) entre os pontos amostrais e parâmetros temporais e espaciais, em relação aos grupos taxonômicos durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).

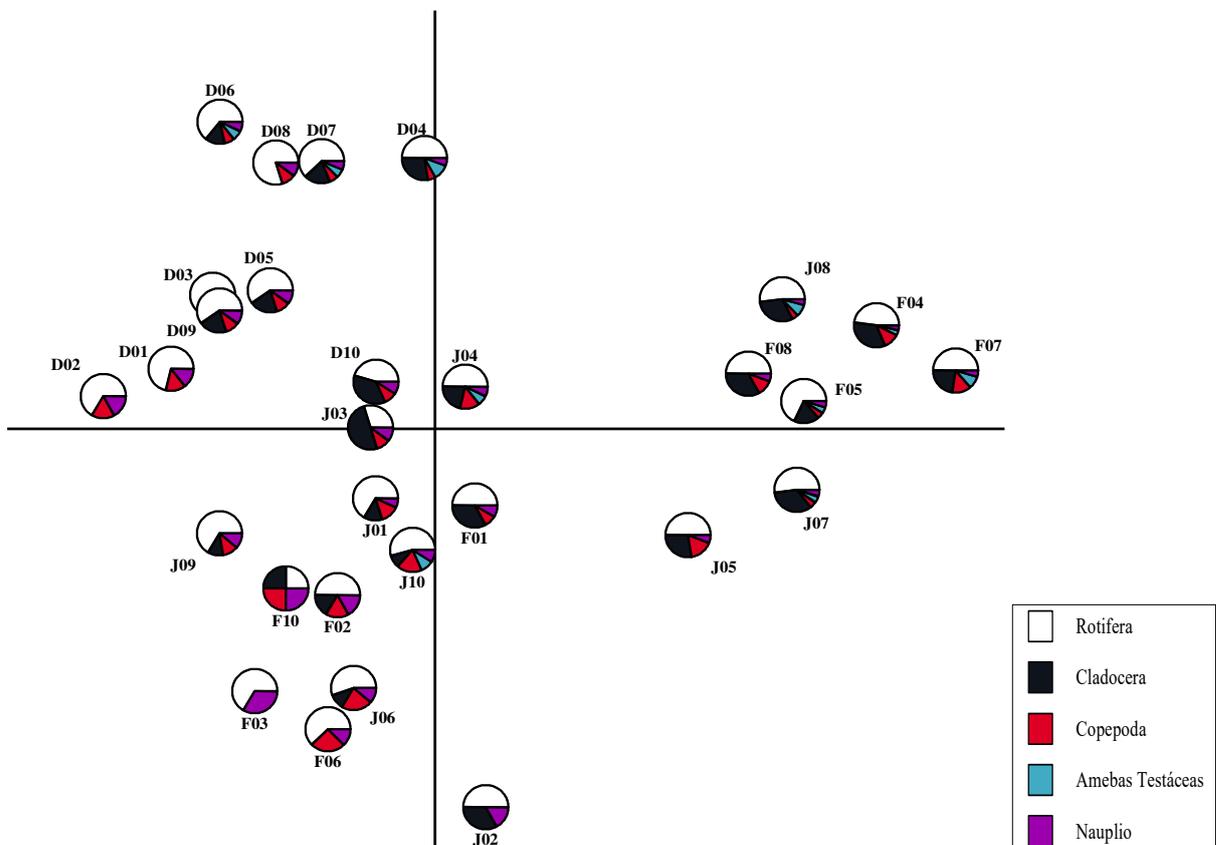
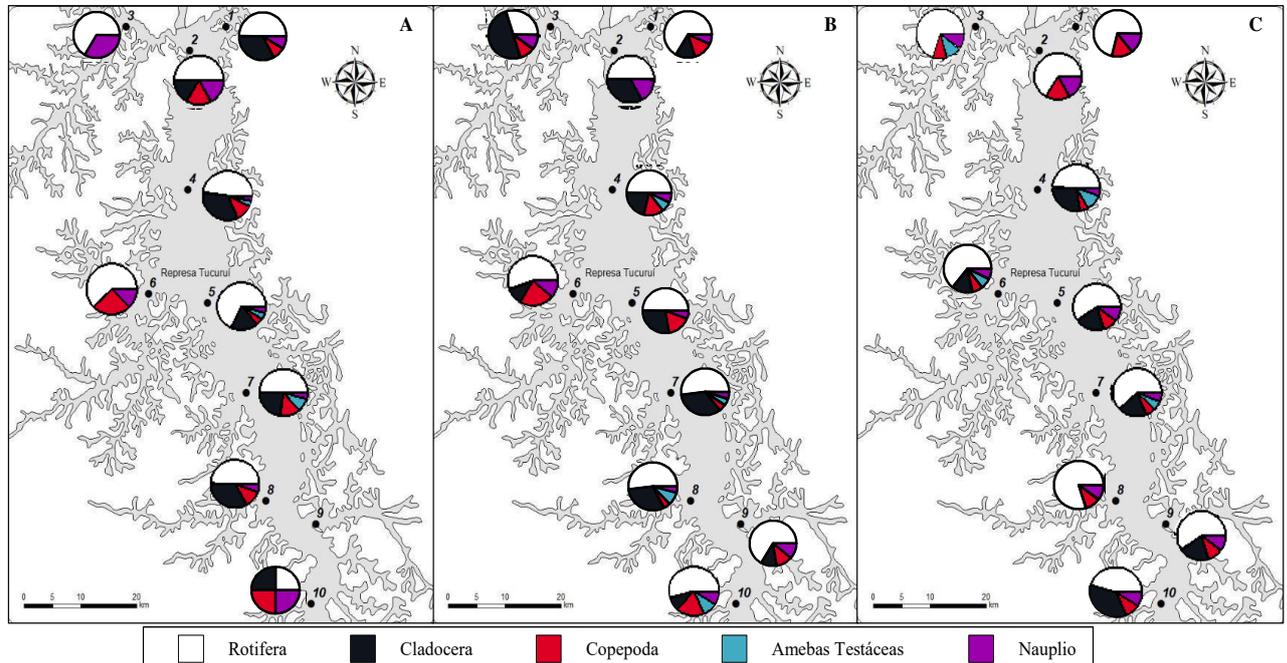


Figura 17 – Mapa com a contribuição dos grupos taxonômicos em relação aos pontos e meses de amostragem, durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil). Onde (A) Fevereiro; (B) Julho; (C) Dezembro.



A maior concentração de organismos foi observada nas amostras do canal nos meses de fevereiro, julho e dezembro. O ambiente interior, durante os meses de fevereiro e julho, apresentou poucas projeções de taxa relacionadas.

Os rotíferos *F. longiseta*, *T. patina*, *Asplancha* sp1, *A. ovalis*, *L. lunaris*, *T. chattoni*, *Trichocerca* sp1., os cladóceros *C. cornuta dubia* e *H. amazonicum* e o copepoda *Cyclopoida* sp3 tiveram projeções fortemente relacionadas ao canal durante os meses de fevereiro e julho.

A tecameba *Diffugia* sp., os rotíferos *F. termialis*, *Gastropus* sp., *T. pussila* e o cladóceros *B. hagmanni* relacionaram ao canal nos meses de fevereiro e julho, no entanto apresentaram também contribuições nas amostras em dezembro (canal e interior).

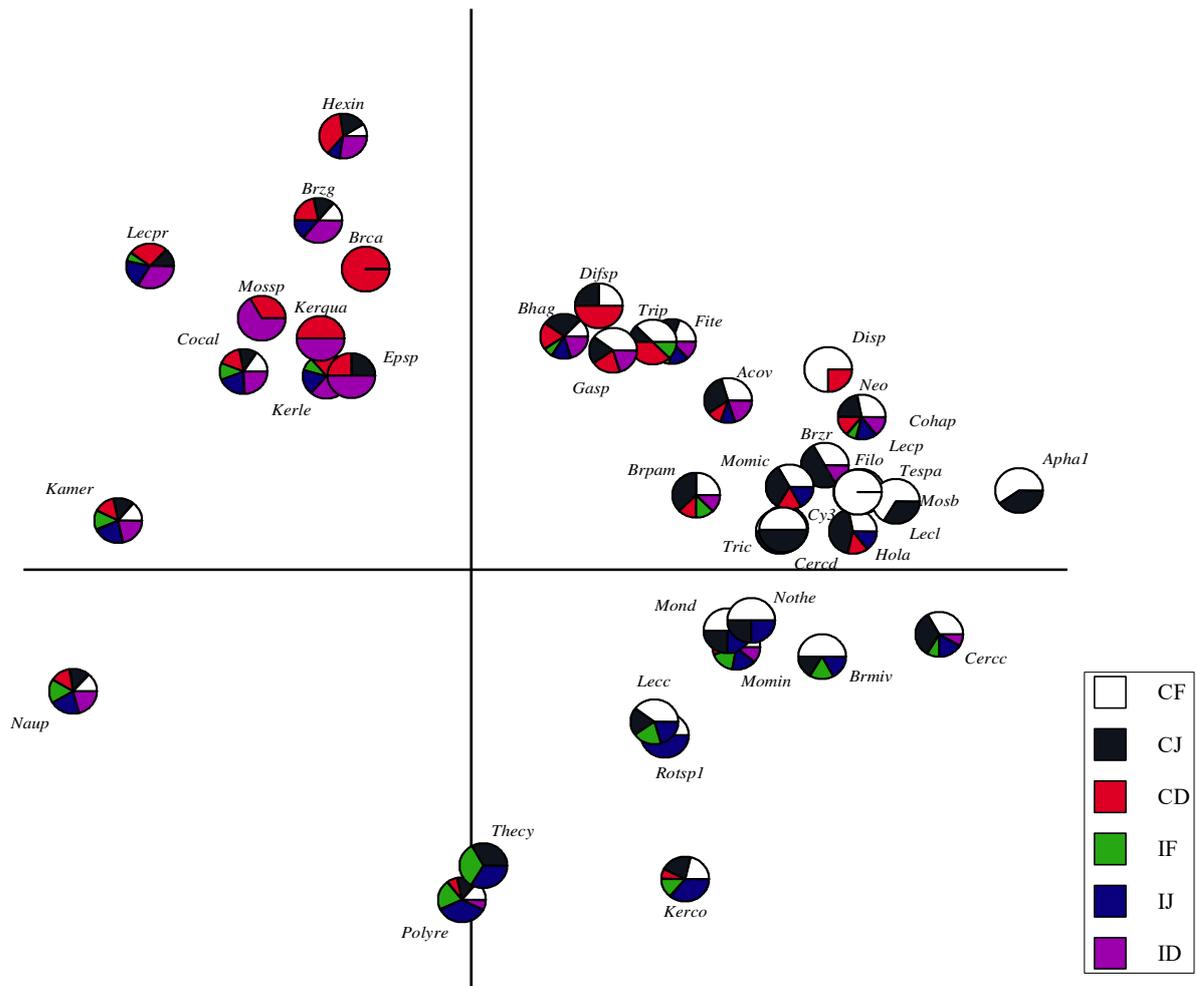
Os rotíferos *P. remata*, *K. cochlearis*, rotífera sp., *L. curvicornis* e o copepoda *Thermocyclops* sp1, correlacionaram-se ao ambiente interior nos meses de fevereiro e julho. Desta mesma forma, os rotíferos *B. mirus voigti*, os cladóceros *M. minuta*, *Moinidaphnia* sp., *C. cornuta cornuta* e o copepoda *Nothodiaptomus* sp. correlacionaram suas projeções durante os meses de fevereiro e julho (canal e interior), demonstrando sua correlação com o ambiente.

As amostras do mês de dezembro apresentaram contribuição principalmente dos rotíferos *B. caudatusangularis*, *K. quadratica*, *Monostyla* sp., as quais foram fortemente relacionadas ao período amostrado. As espécies *H. intermedia*, *B. zanhiseri gessneri*, além de

correlacionada a dezembro, estiveram também relacionadas ao canal, nos meses de fevereiro e julho.

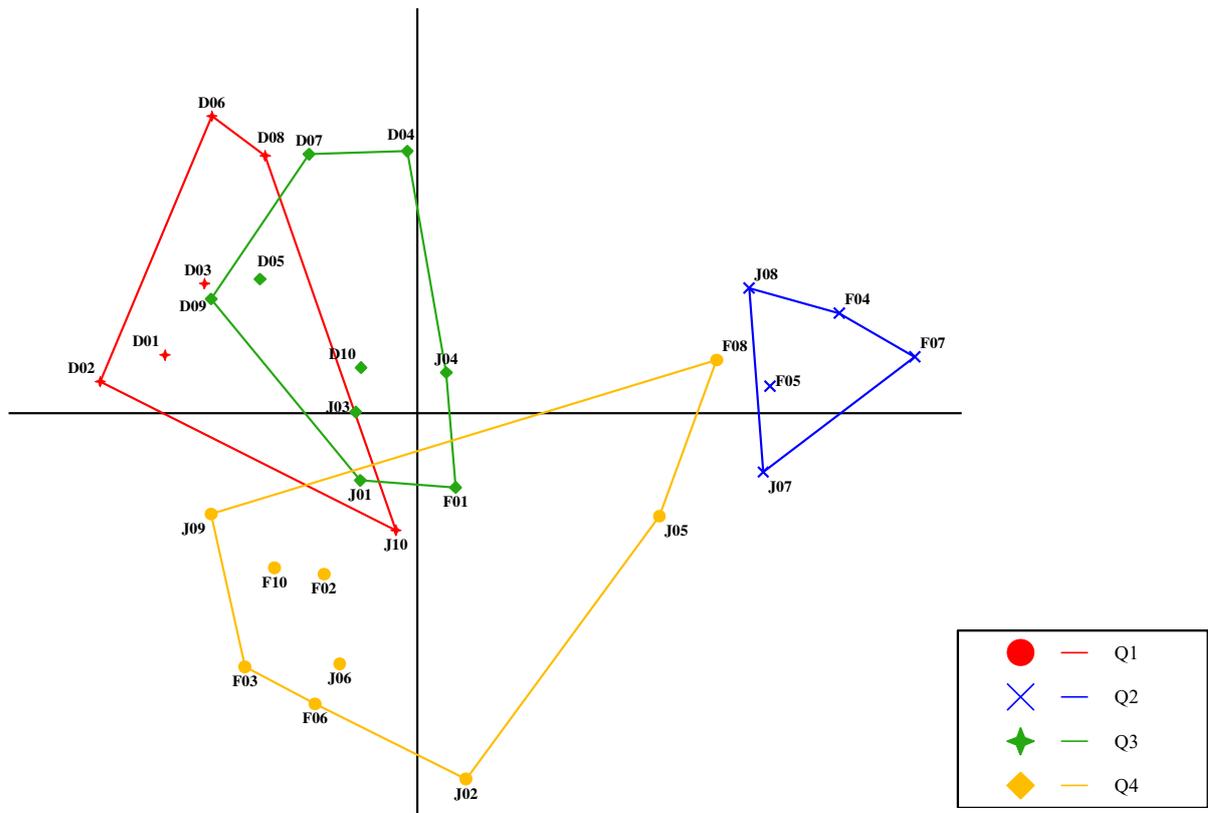
Os copepoditos de Calanoida, os náuplios e *K americana* tiveram contribuições em todos os períodos e ambientes (Figura 18).

Figura 18 - Análise de Redundância Canônica (RDA) entre a comunidade zooplanctônica (FIT 10%) e parâmetros temporais e espaciais, durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).



A análise de agrupamento demonstrou um padrão espacial, a qual foi confirmada pela RDA, através das categorias espaço temporais, onde o grupo Q1 e Q3 foram agrupados, principalmente nas amostras do mês de dezembro (canal e interior), grupo Q2 agrupou as amostras de fevereiro e julho (canal) e o grupo Q4 foi formado pelas amostras dos meses de fevereiro e julho (interior) (Figura 19).

Figura 19 - Análise de Redundância Canônica (RDA) entre os pontos amostrais e grupos da análise de agrupamento, durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).



Com base nos resultados obtidos, foi possível observar que os parâmetros espaciais, ao longo dos meses, foram os fatores que apresentaram uma maior explicação para os padrões de variação observados na estrutura da comunidade zooplânctônica, no período do estudo, para o lago da UHE de Tucuruí.

Ao verificar as quantidades de variâncias explicadas das espécies, a RDA considerou o efeito das variáveis espaço-temporais, o qual apresentou espécies com altos valores de explicação, ou seja, essas espécies apresentaram forte relação com as variáveis espaço-temporais (Tabela 2).

Tabela 2 - Análise de Redundância Canônica com as variáveis espaço-temporais e quantidade de variância explicada (FIT%) pela comunidade zooplancônica durante o ano de 2011, no reservatório da UHE de Tucuruí (Pará, Brasil).

Espécies/Grupos	Código	RDA (FIT%)	Grupo
<i>Asplanchna</i> sp1	Apha	57,32	Rotifera
<i>Diaphanosoma</i> sp	Disp	49,98	Cladocera
<i>Ceriodaphnia cornuta cornuta</i>	Cerc	49,73	Cladocera
<i>Hexartha intermedia</i>	Hexin	48,78	Rotifera
<i>Copepodito harpacticoida</i>	Cohap	46,29	Copepoda
<i>Brachionus quadridentatus quadridentatus</i>	Brqq	46,25	Rotifera
<i>Brachionus caudatus</i>	Brea	46,19	Rotifera
<i>Filinia longiseta</i>	Filo	46,09	Rotifera
<i>Lecane papuana</i>	Lecp	45,82	Rotifera
<i>Lecane proiecta</i>	Lecpr	45,66	Rotifera
<i>Brachionus urceolaris</i>	Brur	45,54	Rotifera
<i>Testudinella patina</i>	Tespa	45,54	Rotifera
<i>Trichocerca pussila</i>	Trip	41,95	Rotifera
<i>Brachionus zahniseri reductus</i>	Brzr	39,78	Rotifera
Naúplio	Naup	38,33	Copepoda
<i>Keratella cochlearis</i>	Kerco	37,8	Rotifera
<i>Brachionus zahniseri gessneri</i>	Brzg	36,65	Rotifera
<i>Monostyla bulla</i>	Mosb	36,4	Rotifera
<i>Holopedium amazonicum</i>	Hola	36,26	Cladocera
<i>Filinia camasecla</i>	Fica	32,82	Rotifera
Neonato	Neo	32,24	Cladocera
Rotifera sp1	Rotsp1	31,89	Rotifera
<i>Diffugia</i> sp	Difsp	29,67	Ameba testacea
<i>Copepodito calanoida</i>	Cocal	29,6	Copepoda
<i>Keratella americana</i>	Kamer	28,09	Rotifera
<i>Brachionus mirus voigti</i>	Brmiv	27,69	Rotifera
<i>Polyarthra remata</i>	Polyre	27,4	Rotifera
<i>Keratella tecta</i>	Kerte	27,21	Rotifera
<i>Filinia terminalis</i>	Fite	26,33	Rotifera
<i>Ceriodaphnia cornuta rigaudi</i>	Cercr	26,21	Cladocera
<i>Brachionus falcatus</i>	Brfa	25,48	Rotifera
<i>Thermocyclops</i> sp.	Thecy	24,46	Copepoda
<i>Ascomorpha ovalis</i>	Acov	24,16	Rotifera
<i>Trichocerca chattoni</i>	Tric	23,68	Rotifera
<i>Mesocyclops</i> sp.	Messp	23,61	Copepoda
<i>Bosmina longirostris</i>	Blog	23,55	Cladocera

Espécies/Grupos	Código	RDA (FIT%)	Grupo
<i>Moina micrura</i>	Momic	23,33	Cladocera
<i>Brachionus quadridentatus</i>	Brq	23,08	Rotifera
<i>Mytilina</i> sp	Mytsp	22,93	Rotifera
<i>Keratella tropica</i>	Ketro	22,22	Rotifera
<i>Monostyla</i> sp.	Mossp	21,61	Rotifera
<i>Keratella lenzi</i>	Kerle	21,13	Rotifera
<i>Trichocerca similis</i>	Tris	21,08	Rotifera
<i>Anureopsis</i> sp2	Anps	20,85	Rotifera
Calanoida sp1	Cal1	20,13	Copepoda
<i>Bosmina hagmanni</i>	Bhag	19,92	Cladocera
<i>Plationus patulus macrochantus</i>	Brpam	19,77	Rotifera
<i>Notodiaptomus henseni</i>	Nothe	19,72	Copepoda
<i>Epiphanes</i> sp	Epsp	19,71	Rotifera
<i>Monostyla lunaris</i>	Mosl	19,5	Rotifera
<i>Ceriodaphnia cornuta dubia</i>	Cercd	19,45	Cladocera
<i>Lecane leontina</i>	Lecl	19,45	Rotifera
Cyclopoida sp3	Cy3	19,44	Copepoda
<i>Copepodito cyclopoida</i>	Cocy	19,22	Copepoda
<i>Paracyclops</i> sp	Pacy	19,12	Copepoda
<i>Lecane luna</i>	Leclu	18,8	Rotifera
<i>Moinodaphnia</i>	Mond	17,74	Rotifera
Rotifera sp2	Rotsp2	17,2	Rotifera
Larva gastropoda	Lagas	17,19	Outros
<i>Moina</i> sp	Mosp	16,74	Cladocera
<i>Platyas quadricornis</i>	Plaqua	16,62	Rotifera
Larva insetcta	Lain	16,31	Outros
<i>Hexartha mira</i>	Hexm	16,01	Rotifera
<i>Keratella quadratica</i>	Kerqua	15,88	Rotifera
<i>Plationus patulus</i>	Brpa	15,73	Rotifera
<i>Gastropus</i> sp	Gasp	15,04	Rotifera
<i>Moina minuta</i>	Momin	14,92	Cladocera
<i>Brachionus mirus angustus</i>	Brmia	13,99	Rotifera
<i>Arcella costata angulosa</i>	Acan	13,37	Ameba testacea
<i>Brachionus dolabratus</i>	Brdo	13,32	Rotifera
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	Cerr	13,26	Cladocera
<i>Centropyxis</i> sp	Cesp	13,13	Ameba testacea
<i>Centropyxis discoides</i>	Cedis	13,02	Ameba testacea
Cyclopoida sp1	Cy1	12,53	Copepoda
<i>Asplanchna</i> sp2	Apha	12,37	Rotifera

Espécies/Grupos	Código	RDA (FIT%)	Grupo
<i>Lecane curvicornis</i>	Lecc	12,29	Rotifera
<i>Brachionus caudatus austrogenitus</i>	Brcaa	12,1	Rotifera
<i>Diaphanosoma birgei</i>	Dibig	11,7	Cladocera
<i>Anureopsis</i> sp1	Anps	11,57	Rotifera
<i>Bosminopsis deitersi</i>	Bdet	11,09	Rotifera
<i>Argyrodiaptomus</i> sp	Argd	10,8	Copepoda
<i>Polyarthra vulgaris</i>	Polyvu	10,76	Rotifera
<i>Brachionus caudatus personatus</i>	Brcap	10,36	Rotifera
<i>Ascomorpha</i> sp1	Ac1	9,63	Rotifera
<i>Arcella vulgaris</i>	Avul	9,14	Ameba testacea
<i>Euchlanis</i> sp	Eusp	7,07	Rotifera
<i>Filinia opeliensis</i>	Fiop	6,53	Rotifera
<i>Ilyocriptus spinifer</i>	Ilysp	4,53	Cladocera

6 DISCUSSÃO

A média histórica da pluviometria, segundo dados do INMET, demonstrou que período com maior índice pluviométrico compreende os meses de fevereiro e março, e o menor índice pluviométrico entre os meses de julho e setembro, que corroboram com a caracterização pluviométrica de Fisch et al. (1990) para a área de estudo.

O período de maior precipitação pluviométrica é frequentemente associado com o aumento de compostos particulados, turbidez e condutividade elétrica nos corpos hídricos (COSTA et al., 2013), o que não foi observado, durante o período deste estudo, com valores médios desses parâmetros mais elevados no mês de dezembro. Segundo Bitar (1998) nos ecossistemas complexos, essas alterações podem estar associadas à entrada de material (íons) pelo rio e a geração de outros componentes no reservatório, os quais afetam a quantidade de íons disponíveis, produção primária e suas interações produzindo complexações.

As variáveis como OD, STS, pH e temperatura, além de discriminar a qualidade dos rios, são as que mais são influenciadas pela precipitação pluviométrica (SILVA et al., 2008). No entanto, os parâmetros pH, OD e temperatura não apresentaram diferença significativa durante o período do estudo. O OD é um parâmetro fundamental na determinação das transformações biológicas, que são realizadas pelos organismos aquáticos, e a medida das concentrações de OD permite avaliar a disponibilidade de oxigênio para oxidar a matéria orgânica presente nas águas (ANGELINI, 1999).

Variáveis como DBO e DQO foram maiores também no período de maior pluviometria, sendo importantes no que se refere à presença de matéria orgânica nos ecossistemas aquáticos, e considerados indicadores de grande relevância na qualidade das águas. Porém no presente estudo, não foi observado um padrão de variação bem definido, mas sim observado maiores valores de CE, turbidez, STS e compostos fosfatados no mês de dezembro (período de transição), que neste estudo foi considerado atípico para a região.

Este fator pode estar relacionado a uma concentração maior de chuvas, uma semana antes do dia da coleta, e segundo Carvalho et al. (2000) ocorre uma significativa relação entre o aumento da temperatura da água e dos sólidos suspensos com a condutividade elétrica na água, devido a ocorrência de reações desencadeadas na fauna aquática em resposta às condições do ambiente.

Durante o período do estudo, não houve diferença significativa nos valores de temperatura da água entre os meses amostrados, no entanto, no mês de fevereiro foi registrado

uma maior variação e no mês de dezembro altos valores, o que pode ser explicado pela ausência de chuvas neste período.

O IET para o lago da UHE de Tucuruí, no presente estudo, caracterizou-se como eutrófico, somente o mês de julho foi classificado como mesotrófico. Sabendo-se que em rios e reservatórios o aporte de nutrientes e sua relação com a pluviosidade já é bem conhecida e tem ação direta sobre a produtividade destes ecossistemas (ESPÍNDOLA et al., 2000; SCHOLTEN et al., 2005).

As características no ambiente no período de maior precipitação levam a uma maior probabilidade de ressuspensão e disponibilização de nutrientes, afetando de forma direta o estimador do estado trófico, provocando mudanças na estrutura das comunidades em reservatórios tropicais, devido às dinâmicas próprias estabelecidas pelas condições climáticas, onde aporte de nutrientes pode atuar como um agente promotor de processos de eutrofização em reservatórios tropicais (LAMPARELLI, 2004).

A principal fonte, em águas naturais, dos íons fluoreto, sulfato, cloreto e aos macronutrientes fósforo e nitrogênio são de origem antrópica por meio de efluentes sanitários domésticos e industriais, e, além disso, alguns destes compostos possuem origem natural dependendo das condições geológicas e origem do corpo hídrico (CETESB, 2017). A UHE de Tucuruí apresenta diversos municípios margeando-a, e, além disso, possui áreas com piscicultura, que são prováveis fontes dos macronutrientes provenientes de efluentes.

A relação entre a sazonalidade e as alterações de parâmetros ambientais em reservatórios tropicais está diretamente relacionada com o padrão dendrítico do reservatório (TUNDISI, 2006). Nesse sentido, o aumento das concentrações de condutividade elétrica, turbidez, por exemplo, e elementos como o Ferro, normalmente, estão relacionados com a entrada de tributário no corpo principal do lago (CAVALCANTE, 2012), e têm seus padrões de variações afetados pelo elevado tempo de residência destes corpos hídricos (SPIELBERG, 2010).

Os padrões de variações observados nos parâmetros físico-químicos da água do lago, de forma geral, foram semelhantes aos relatados por Marques (2006) e Bessa (2008) no reservatório de Lajeado, e Bessa et al. (2011) no reservatório de Luis Eduardo Magalhães, médio Tocantins, e por Espíndola et al. (2000) e Bezerra et al. (2015) no reservatório de Tucuruí, baixo Tocantins. Onde as variações estiveram relacionadas às variações das concentrações de sais ocasionadas pela falta de renovação de águas das chuvas nos meses mais secos, assim como a diminuição de nutrientes que ocorre no período chuvoso, resultado

da diluição da água superficial (CIPOLLI; CARVALHO, 1973; CARVALHO, 1983; CALIXTO, 2011; COSTA, 2016). Corroborando com os resultados observados no presente estudo, durante o período chuvoso (fevereiro) e no menos chuvoso (julho), o que não foi observado durante dezembro, considerado atípico para a região.

Nos períodos em que a média da precipitação pluviométrica é maior, há um crescimento do nível dos rios, o que cria condições para um ambiente favorável aos microorganismos, e um aumento na produção primária aquática, uma vez que os solos da região estão mais alagados e o transporte de nutrientes e de outras substâncias ocorre naturalmente com o processo de lixiviação (FREITAS, 2017). Por outro lado, durante o período menos chuvoso, o conteúdo de nutrientes no processo de lixiviação diminui e, simultaneamente, diminui o volume de água nos rios, com chances de aumentar a concentração de substâncias associadas aos processos antrópicos ou naturais (MELÃO 1999, NAVARRO; MODENUTTI, 2012). Assim, os parâmetros físico-químicos da água são considerados determinantes nas variações entre os meses de amostragem nos diferentes períodos sazonais.

Na região Amazônica, a variabilidade temporal é considerada como um dos principais fatores responsáveis pelos padrões de alterações das variáveis ambientais (EDMOND et al., 1981; MENEZES, 1999). Estas alterações determinam a dinâmica da comunidade zooplancônica em termos de biomassa, abundância e composição específica (MARGALEF, 1983; MAIA-BARBOSA et al., 2003).

Mesmo levando em consideração a influência das diferenças metodológicas amostrais, outros trabalhos sobre a comunidade zooplancônica no rio Tocantins (BESSA et al., 2011; ALCÂNTARA MISSIAS, 2013; LODI et al., 2014) e no lago de Tucuruí (ESPÍNDOLA et al., 2000) descrevem valores de riqueza inferiores aos observados no presente estudo.

O levantamento da comunidade de Rotifera no lago da UHE de Tucuruí realizado por Bezerra et al. (2015) apresentou valores de riqueza e composição taxonômica similares aos obtidos no presente estudo.

Espíndola et al. (2000) e Bezerra et al. (2015) também encontraram como as espécies que mais destacaram-se em frequência de ocorrência, ao cladóceros *Bosminopsis deitersi*, e ao rotífero *Keratella americana*. Resultado semelhante em relação à dominância de *K. americana* também foi observado por Alcântara Missias (2013) no reservatório de Serra da Mesa (alto Tocantins), Negreiros et al. (2010) no reservatório de Furnas (MG), Almeida et al. (2009) em dois reservatórios no Estado de Pernambuco, Eskinazi-Sant'anna et al. (2007) em três no Rio Grande do Norte (RN) e Leitão et al. (2006) em dois no Estado do Ceará.

Esta espécie é observada em ambientes eutróficos dominados por cianobactérias (BAYS; CRISMAN, 1983), características semelhantes às encontradas no reservatório de Tucuruí, no baixo rio Tocantins, classificado, de acordo com o IET, como ambiente eutrófico, com a alta densidade de cianobactérias, o que pode estar relacionado a elevada quantidade de nutriente em decorrência da decomposição do material alóctone.

Os rotíferos apresentaram o maior número de espécies registradas e identificadas, em todos os períodos e pontos de amostragem, no ambiente estudado. A dominância numérica de Rotifera no plâncton é citada na maioria dos ambientes aquáticos continentais (rios, lagos, reservatórios e poças), padrão comum para a região tropical (ROCHA, 1995). Esse fato pode ser atribuído ao ciclo de vida curto desses organismos, os quais demonstram características oportunistas, o que favorece o desenvolvimento de grandes populações transitórias e recolonização pelas altas taxas de reprodução e de crescimento, permitindo o desenvolvimento de inúmeras espécies em ambientes instáveis (ALLAN, 1976; SEGERS, 2008).

A espécie *Keratella cochlearis* é considerada típica de ambientes aquáticos oligotróficos apresentando elevada frequência no mês de fevereiro (THORP; CORVICH, 2001). Este fato pode estar associado às características tróficas do reservatório, confirmadas pelo IET, bem como a elevada precipitação registrada no mês de fevereiro, favorecendo a produção primária e conseqüentemente alimentação zooplanctônica.

Os copepodas foram dominantes em termos de abundância e densidade em todo o período da amostragem, este padrão é esperado, uma vez que a distribuição dos organismos deste grupo em regiões tropicais pode constituir de 60 a 90% do total da comunidade zooplanctônica (JEFFRIES, 1967). No entanto, os altos valores de densidade registrados foram em decorrência, principalmente das formas imaturas de náuplios e copepoditos, corroborando com os resultados encontrados por Robertson e Hardy (1984) nos ecossistemas amazônicos.

Padrão semelhante foi registrado por Espíndola et al. (2000) no reservatório de Tucuruí, Santos-Wisnieeski; Rocha (2007) e Almeida et al. (2009), em outros reservatórios tropicais brasileiros. Estes resultados, provavelmente, estão relacionados às alterações provocadas pelo estabelecimento do reservatório, o que favorecem espécies com o tempo de desenvolvimento maior, como algumas espécies de copépodos (SANTOS-WISNIEWSKI; ROCHA, 2007; MERAYO; GONZÁLEZ, 2010) e é frequentemente associada a altas taxas de mortalidade de adultos, mais suscetíveis à predação por peixes planctívoros (PARANHOS et al., 2013).

Através da análise de agrupamento foi possível observar que a densidade zooplancônica apresentou similaridade entre os pontos de amostragem e os meses (tempo), principalmente entre as amebas testáceas (tecamebas). Este grupo foi representativo nos grupos Q1 e Q2, os quais foram compostos por amostras de dezembro, julho e fevereiro (distantes da barragem).

A espécie *A.vulgaris* foi abundante no grupo Q1, e é considerada frequente nos ecossistemas brasileiros (VELHO et al., 1996; LANSAC-TÔHA et al., 2000a; 2000b). Esta espécie esteve associada aos rotíferos das famílias Hexarthridae, Filinidae, Gastropodidae e principalmente das famílias Brachionidae, Lecanidae no grupo R5, estas famílias são típicas de ambientes tropicais com ampla distribuição geográfica nas regiões da América do Sul, sendo frequentemente registradas tanto na região limnética, quanto na região litorânea (LANSAC-TÔHA et al., 1997; LANSAC-TÔHA et al., 2003).

As tecamebas habitam diversos habitats, associadas principalmente com substratos, sedimentos e vegetação aquática, com registros no plâncton ditados por eventos aleatórios como a ressuspensão desses organismos do sedimento e arraste destes da vegetação marginal, porém, tem sido registrado como frequentes e abundantes no plâncton de ambientes lênticos e lóticos (GREEN, 1975; WETZEL, 1983; HUNT E CHEIN, 1983; ARNDT, 1993; VELHO et al., 1996; LANSAC-TÔHA et al., 2000; ALVES, 2010). Sugerindo que o plâncton apresente populações com características que permitem o sucesso neste biótopo. No entanto, no presente trabalho, as tecamebas foram classificadas, em sua maioria, como esporádica, o que pode ser atribuído à falta de metodologia específica para estes organismos.

Foi possível registrar uma maior contribuição de cladóceros no grupo Q2, o qual reuniu as amostras dos meses de fevereiro e julho, destacando que nas amostras do mês de julho foi registrado chuva no dia da coleta, que pode estar relacionado ao aumento da densidade de algas de pequeno porte nestas amostras (NEGREIROS-MENDES, 2015), corroborado com as concentrações de clorofila-a registradas no mês de fevereiro, o que pode favorecer o crescimento populacional de organismos zooplancônicos, com maior poder de filtração (SERAFIM-JÚNIOR et al., 2006; PICAPEDRA et al., 2016).

As elevadas concentrações de clorofila-a registrados durante fevereiro pode ser em decorrência do aumento da disponibilidade de nutrientes, o que favoreceu o crescimento algal, sendo estabelecida relações de produção e consumo, entretanto, durante o mês de julho os compostos nitrogenados foram elevados e com baixa concentração de clorofila-a,

demonstrando baixa produção fitoplanctônica (PAIVA et al., 2006; CUNHA, 2013). Este fato também pode estar associado à clorofila detrital (feopigmentos) proveniente da decomposição da vegetação inundada, na qual pode superestimar as concentrações de clorofila-a (SASSI, 1987).

A análise de ordenação demonstrou que a comunidade zooplanctônica da UHE de Tucuruí, no período amostrado, apresentou baixa influência dos parâmetros ambientais, destacando a precipitação pluviométrica como o fator com maior explicação, o que corrobora com a influência das chuvas nas alterações dos parâmetros físico-químicas da água, o que altera a densidade, composição e distribuição dos organismos (SIOLI, 1958; GREGÓRIO; MENDES, 2007; NAVARRO; MODENUTTI, 2012; CUNHA et al., 2013). Desta forma, estudos de metacomunidades mostram que algumas comunidades estão relacionadas com os fatores espaciais enquanto outras aos fatores ambientais (GASCÓN et al., 2016; HEINO et al., 2015).

Desse modo, a comunidade zooplanctônica do lago de Tucuruí apresentou uma maior explicação em relação aos ambientes (habitats) formados na análise de ordenação, isto se deve a formação de um maior número de mesoambientes devido ao estabelecimento do reservatório, que tem sua complexidade relacionada a fatores como a variação da profundidade e o padrão dendrítico formado pelos afluentes associados ao lago (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2008; BEGON et al., 2008). Tal variação é também semelhante à análise de agrupamento, demonstrando que o zooplâncton desse ecossistema está mais associado às variações espaciais e temporais.

Estudos demonstram que as condições ambientais tem grande variação temporal (BIGGS et al., 1998. PETERSON, 1996) e que os organismos planctônicos tem distribuição espacial bastante heterogêneas (GILLER et al., 1994; PINEL-ALLOUL et al., 1995), confirmando os resultados obtidos no presente trabalho, onde os fatores ambientais separam-se em relação ao tempo (mês) sem distinção de ambientes (habitats). Enquanto que a comunidade respondeu diferentemente relacionada ao espaço-tempo. O que pode está, provavelmente, correlacionada aos complexos fatores como, por exemplo, padrões de dispersão, ciclo de vida dos organismos e tempo de resposta das comunidades ao ambiente que normalmente dependem das características ecológicas (FREITAS, 2017).

Da mesma forma, a baixa explicação encontrada na Análise de Redundância Canônica é esperada em análises de dados ecológicos devido à complexidade dos fatores atuantes na estruturação das comunidades (TER BRAAK, 1988). Portanto, observou-se uma nítida

diferenciação das comunidades de acordo com os fatores espaço-temporais. Ainda, foi observado que a distribuição dos grupos zooplanctônicos apresentou alterações entre canal e interior, entre os meses analisados.

7 CONCLUSÕES

As distribuições dos organismos zooplanctônicos, assim como dos parâmetros ambientais ao longo dos períodos sazonais ocorreram de maneiras diferenciadas na região do estudo. As variações observadas nos parâmetros físico-químicos da água analisados demonstraram haver uma forte influência da variação temporal sobre o gradiente ambiental. O reservatório, durante o período do estudo, foi classificado como um ambiente eutrófico, o que provavelmente pode estar relacionado ao fato do tempo de funcionamento, há mais de 20 anos da barragem que pode estar gerando processos de decomposição da vegetação nativa.

A comunidade zooplanctônica apresentou um padrão de variação, composição e abundância considerada típica para os ecossistemas amazônicos, com o domínio de taxa como Rotifera e Copepoda, em termos de abundância e densidades. As amebas testáceas ocorreram de forma esporádica, o que sugere uma adaptação metodológica ou metodologia específica, para o grupo, com a possibilidade do uso desses biondicadores no monitoramento ambiental.

As análises multivariadas demonstraram que a estrutura da comunidade zooplanctônica foi definida pelos fatores espaciais e temporais, diferentemente de outros estudos onde os fatores ambientais estruturam a comunidade planctônica, o que demonstra a complexidade das relações, processos e interações em uma represa artificial.

Desta forma, o monitoramento da região de influência da UHE de Tucuruí faz-se necessário, no intuito de avaliar melhor as relações das comunidades biológicas e o ambiente, uma vez que o zooplâncton, durante o período do estudo, demonstrou correlações significativas entre os fatores espaço-temporais do reservatório, e desse modo contribuir e subsidiar programas de monitoramento ambiental no manejo sustentável do reservatório e adjacências.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABE, D. S. et al. Sediment greenhouse gases (CH₄ and CO₂) in the Lobo-Broa Reservoir, São Paulo State, Brazil: Concentrations and diffuse emission fluxes for carbon budget considerations. **Lakes & Reservoirs Research and Management**, Carlton South. Victoria, v.10, p.201-9, 2005a.
- ABE, D. S. et al. Carbon gas cycling in the sediments of Serra da Mesa and Manso reservoirs, central Brazil. **Verhandlungen – Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie**, Stuttgart, v.29, p.567-72, 2005b.
- ALCÂNTARA MISSIAS, A. C. **Distribuição Espacial e Temporal da Comunidade Zooplânctônica no Reservatório Hidrelétrico da Serra da Mesa, Goiás, Brasil**. Monografia- Faculdade UnB de Planaltina, Universidade de Brasília. 29p. 2013.
- ALLAN J. D. Life history patterns in zooplankton. **American Naturalist**. ed. 110. p.165-80. 1976.
- ALMEIDA, V. L. D. S. **Ecologia do zooplâncton do reservatório de Tapacurá, Pernambuco-Brasil**. 2005. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.
- ALMEIDA, V. L. S. et al. Zooplanktonic community of six reservoirs in northeast Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 1, p. 57-65, 2009.
- ALVES, C. S. L. **Avaliação sazonal e temporal de variáveis físico-químicas no Reservatório de Tucuruí-PA**. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, p. 111, 2005.
- ALVES, G. M. **Amebas testáceas (Arcellinida e Euglyphida) de diferentes biótopos de uma lagoa da planície de inundação do alto rio Paraná**. Tese (Doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais). UEM. 2010
- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. (ANA). **Plano estratégico de recursos hídricos da bacia hidrográfica dos rios Tocantins e Araguaia: relatório síntese**, Brasília, 2009.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Relatório ANEEL 2011** / Agência Nacional de Energia Elétrica. - Brasília: ANEEL, 2012.108p.
- ANDERSON, M. J. GRIBBLE, N. A. Partitioning the variation among spatial, temporal and environmental components in a multivariate data-set. **Aust. J. Ecol.** v. 23, p.158- 167, 1998.
- ANGELINI, R. Ecossistemas e Modelagem Ecológica. *In*: POMPÊO, M. L. M. (Ed.). **Perspectivas na Limnologia do Brasil**. São Luis: Gráfica e editora união. 1999. Cap.2.
- APHA, AWWA; WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21 ed. Washington: American Public Health Association, American Water Works Association. 2005.

ARNDT, H. A critical review of the importance of rhizopods (naked and testate amoebae) and actinopods (Heliozoa) in lake plankton. **Mar. Microb. Food Webs**, v. 7, p. 3-29, 1993.

AZERIA, E.T. et al. Using null model analysis of species co-occurrences to deconstruct biodiversity patterns and select indicator species. **Diversity and Distributions**, v. 15, n. 6, p. 958-971, 2009.

BARROW, C. J. The Environmental Impacts of the Tucuruí Dam on the Tocantins River Basin, Brazil. **Chichester, Regulated Rivers**, v.1, p. 49-60, 1987.

BAYS, S.; CRISMAN, T.L. Zooplankton and trophic state relationships in Florida lakes. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science**, v. 40, n. 10, p.1813-1819, 1983.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. Porto Alegre: Artmed. 2008.

BESSA, G. F. **Análise Temporal e Espacial da Diversidade Zooplantônica do Reservatório da Usina Hidrelétrica Luis Eduardo Magalhães no Médio Tocantins, TO**. 2007. Dissertação (Mestrado Ciências do Ambiente) Palmas, 98p. 2008.

BESSA, G. F. et al Concordance patterns in zooplankton assemblages in the UHE - Luís Eduardo Magalhães Reservoir in the Mid-Tocantins River, Tocantins State, Brazil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v.33, n. 2, p.179-184, 2011.

BEZERRA, M. F. C. et al. Composição e variabilidade da comunidade de rotifera em um reservatório tropical. **Boletim do Insituto de Pesca**, São Paulo, v. 41, n. 3, p. 493 – 506, 2015.

BIGGS, B. J. F., D. G. GORING, AND V. I. NIKORA. Subsidy and stress responses of stream periphyton to gradients in water velocity as a function of community growth form. **Journal of Phycology**, n.34, p. 598-607, 1998.

BINI, L.M; SILVA, L.C.F.; VELHO, L.F.M.; BONECKER, C.C.; LANSAC-TÔHA, F.A.; Zooplankton assemblage concordance patterns in Brazilian reservoirs. **Hydrobiologia**, v. 598, p. 247-255, 2008.

BITAR, A. L. **Fluxo de nitrogênio e seu uso por duas macrofitas aquáticas (Eichhornia crassipes e Pistia stratiotes), no reservatório de Salto Grande (Americana-SP)**. São Carlos. 97p. 1998. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo.

BLANCHET, F.G.; LEGENDRE, P.; COLIN BERGERON, J.A.; HE, F. Consensus RDA across dissimilarity coefficients for canonical ordination of community composition data. **Ecological Monographs**, v. 84, p.491–511, 2014.

BOCARD, D.; LEGENDRE, P. Is the Mantel correlogram powerful enough to be useful in ecological analysis? A simulation study. **Ecology**, v. 93, p.1473–1481, 2012.

BOLTOVSKOY, D. (ed.). **Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marinho**. Mar del Plata: Publicación del INIDEP, 1981.

BOCARD, D.; LEGENDRE, P.; DRAPEAU, P. Partialling out the Spatial Component of Ecological Variation. **Ecology**, v.73, p. 1045–1055, 1992.

BRASIL, 2006. Caderno da Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. – Brasília: MMA, 2006. 132 p.

BRASIL, 2009. Plano estratégico de recursos hídricos da bacia hidrográfica dos rios Tocantins e Araguaia : relatório síntese / Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA; SPR, 2009. 256 p

CALIXTO, L. S. E. F. **Distribuição espaço-temporal da riqueza e abundância do zooplâncton no lago Tupé, Amazonas, Brasil.** In: Ghidini, A.R.; Silva, E.A.; Santos-SILVA, E.N. (Eds). Biotupé: Meio Físico, Diversidade Biológica e Sociocultural do baixo Rio Negro, Amazônia-Central. v. 3, p. 203-233, 2011.

CARVALHO, A. R. et al. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. **Química Nova**, v. 23, n. 5, p. 618-622, 2000.

CARVALHO, M. L. Efeitos da flutuação do nível da água sobre a densidade e composição do zooplâncton em um lago de várzea da Amazônia, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 13, p. 715-724, 1983.

CAVALCANTE, A.J.M. **Comunidade zooplânctônica e estado trófico de um reservatório do semiárido paraibano com piscicultura intensiva em tanques-rede.** 2012. Dissertação (Mestrado em), Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2012. .

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos /** Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Orgs: Carlos Jesus Brandão [et al.]. -- São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. 326p.

CETESB, COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo. CETESB. São Paulo: CETESB, 2017.

CIPÓLLI, M. N.; CARVALHO, M. A. J. Levantamento de Calanoida e Cyclopoida (Copépodes, Crustacea) das águas da região do Guamá, Capim e Tocantins, com nota sobre a fauna acompanhante. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 27, n. 8, p. 95-110, 1973.

Comissão Mundial de Barragens (CMB), 2000. **Estudo de caso da UHE Tucuruí (Brasil).** Relatório final da Fase Escopo, Belém. 5p.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. CETESB. L.5.304: **Zooplâncton de água doce: métodos qualitativo e quantitativo.** 2ª Ed. São Paulo, 2012. 13p.

COSTA, B. N. S.; PINHEIRO, S. C. C.; LIMAB, M. O.; AMADOA, L. L. Microzooplankton as a Bioindicator of Environmental Degradation in the Amazon. **Ecological Research**, v.61, p. 526–545, 2016.

COSTA, M.P.F.; NOVO, E.M.L.M.; TELMER, K.H. Spatial and temporal variability of light attenuation in large rivers of the Amazon. **Hydrobiologia**, v. 702, p. 171–190, 2013.

CUNHA, A. C; PINHEIRO, L. A. R.; CUNHA, H. F. A. Modelagem e simulação do escoamento e dispersão sazonais de agentes passivos no rio Araguari AP: cenários para o 50 AHE Ferreira Gomes-I - Amapá/Brasil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 18, n.1, 2013.

CUNHA, C. J. S. **Variação espacial e temporal do fitoplâncton do reservatório da usina hidrelétrica de Tucuruí – Pará**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aquática e Pesca). Universidade Federal do Pará, Belém, p. 122. 2013.

DRAY, S.; PÉLISSIER, R.; COUTERON, P.; FORTIN, M.-J.; LEGENDRE, P.; PERESNETO, P. R.; BELLIER, E.; BIVAND, R.; BLANCHET, F. G.; CÁCERES, M.; DUFOUR, A.B.; HEEGAARD, E.; JOMBART, T.; MUNOZ, F.; OKSANEN, J.; THIOULOUSE, J.; WAGNER, H. H. Community ecology in the age of multivariate multiscale spatial analysis. **Ecological Monographs** 82:257–275. 2012.

DUFRENE, M.; LEGENDRE, P. Species Assemblages and Indicator Species: The Need for a Flexible Asymmetrical Approach. **Ecological Monographs**, v.67, n.3, p.345-366. 1997.

DUMONT, H. J.; NEGREA, S. T. Branchiopoda. **Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world**. Leiden: Backhuys. 398p. 2002.

DUSSART, B.; DEFAYE, D. Introduction to the copepoda. 2nd ed. **Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world**. Leiden: Backhuys. viii, 344 p. 2001.

DUTRA, R. N.; SPERANDIO, M.; COELHO, J. O Método Ward de Agrupamento de Dados e sua Aplicação em Associação com os Mapas AutoOrganizáveis de Kohonen. *In: WORKCOMP SUL - WORKSHOP DE CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO E SISTEMAS DA INFORMAÇÃO DA REGIÃO SUL*, 1., Florianópolis, Anais... Florianópolis: UNISUL, 2004.

EDMOND, J. M. et al. The chemical mass balance in the Amazon plume: the nutrients. **Deep-Sea Research**, v. 28, p. 1339-1374, 1981.

EINSLE, U., Genera Cyclops, Megacyclops, Acanthocyclops. **Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world**. Leiden: Backhuys. 83 p. 1996.

ELMOOR-LOUREIRO, L. M.; **Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil**. Brasília, DF: Editora Universa, 1997.

ESKINAZI-SANT'ANNA, E.M.; MENEZES, R.; COSTA, I. S.; PANOSSO, R.F.; ARAÚJO, M.F.; ATTAYDE, J.L. Composição da comunidade zooplânctônica em reservatórios eutróficos do semi-área do Rio Grande do Norte. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, n. 3, p. 410-421, 2007

- ESPÍNDOLA, E.L.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; RIETZLER, A.C.; TUNDISI, J.G. Spatial heterogeneity of the Tucuruí Reservoir (State of Pará, Amazônia, Brazil) and the distribution of zooplanktonic species. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 60, n. 2, p. 179-194, 2000.
- EVERITT, B.S.; LANDAU, S.; LEESE, M. Cluster analysis. Fourth edition. London: Arnold. 2001.
- FERNANDO, C.H. **A Guide to Tropical Freshwater Zooplankton: Identification, Ecology and Impact on Fisheries**. Leiden: Backhuys 291 p. 2002.
- FIGUEIREDO, M. C. B. et al. Avaliação da vulnerabilidade ambiental de reservatórios à eutrofização. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, 2007.
- FISCH, G.; JANUÁRIO, M.; SENNA, R. C. Impacto ecológico em Tucuruí (PA): climatologia. **Acta Amazônica**, v. 20, p. 49-60, 1990.
- FREITAS, M. C. S. **Variabilidade temporal das comunidades zooplanctônicas e suas relações com as variáveis físico-químicas próximo a desembocadura do Rio Guamá PA-Brasil**. 2017. Dissertação (Mestrado em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais). Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém, 2017.
- GASCÓN, S. et al. Environmental filtering determines metacommunity structure in wetland microcrustaceans. **Oecologia**, v.181, p. 193, 2016.
- GAZONATO NETO, A. J. **Estudo Limnológico dos reservatórios Jaguari e Jacarei com ênfase na comunidade zooplanctônica**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) UFSCar. 115p, 2013.
- GILLER, P.S; HILDREW, A.G; RAFAELLI, D.G (Eds.). Aquatic ecology: scale, pattern and process. Proceedings of the 34th symposium of the British Ecological Society with the American Society of Limnology and Oceanography, Cork, 1992. 1994.
- GOMES; SOUZA, M. B. **Guia das Tecamebas: Bacia do Rio Peruaçu, Minas Gerais - Subsídio para conservação e monitoramento da bacia do Rio São Francisco**. Belo Horizonte: Oficina de textos. 2008. 159p.
- GOSWAMI, S.C. **Zooplankton Methodology, Collection e identification - A field manual**. National Institute of Oceanography, Goa. 2004.
- GREEN, J. Freshwater ecology in Mato Grosso, central Brazil. IV. Associations of testate Rhizopoda. **J. Nat. Hist.**, 9:545-560, 1975.
- GREGÓRIO, A. M. S.; MENDES A. C. Characterization of sedimentary deposits at the confluence of two tributaries of the Pará River estuary (Guajará Bay, Amazon). **Continental Shelf Research**, v. 29, p. 609-618, 2009.
- HEINO, J. et al. A comparative analysis of metacommunity types in the freshwater realm. **Ecol Evol**. Apr; v. 5, n. 7, p.1525–1537, 2015.

HUNT, G. W.; CHEIN, S. M. Seasonal distribution, composition and abundance of the planktonic Ciliata and Testacea of Cayuga Lake. **Hydrobiologia**, v. 98, p. 257-266, 1983.

JEFFRIES, H. P. Saturation of estuarine zooplankton by congeneric associates. In: G. H. Lauff (ed.) **Estuaries**, Washington, p.500-508, 1967.

KARAYTUG, S., Copepoda: Cyclopoida Genera Paracyclops, Ochridacyclops and Key to the Eucyclopinae. **Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World** Volume. Leiden: Backhuys. 217 p. 1999.

KRAWCZYK, D.; GONGLEWSKI, N. Determining suspended solids using a spectrophotometer. **Sewage Ind Waste**, n. 31, p. 1159-1164, 1959.

KOSTE, W. **Rotatoria. Die Räsertiere Mitteleuropas**. Berlin: Gebruder Borntraeger. 1978.
LAMPARELLI, M. C., Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento– São Paulo – Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada) – Instituto de Biociências – USP. 238p. 2004.

LANSAC-TÔHA F.A. et al. Horizontal distribution patterns of testate amoebae (Rhizopoda, Amoebozoa) in plankton samples of the Corumbáreservoir area, state of Goiás, Brazil. **Acta Scient.**, v. 22, p. 347–353, 2000^a.

LANSAC-TÔHA, F. A. et al. Comunidade zooplactônica do reservatório de segredo. In AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. (Eds) **Reservatório de Segredo: Bases ecológicas para o manejo**, EDUEM, Maringa, 1997, 170p.

LANSAC-TÔHA, F. A. et al. Biodiversity of zooplankton communities in the Upper Paraná River floodplain: interannual variation from longterm studies. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, p. 539-549, 2003.

LANSAC-TÔHA, F. A. et al. On the occurrence of testate amoebae (Protozoa, Rhizopoda) in Brazilian inland waters. I. Family Arcellidae. **Acta Scientiarum**, v. 22, n. 2, p. 355-363, 2000b.

LEGENDRE, P.; GAUTHIER, O. Statistical methods for temporal and space –time analysis of community composition data. Proceedings of the Royal Society of London B: **Biological Sciences**, v. 281, n. 1778, 2014.

LEGENDRE, P. Studying beta diversity: ecological variation partitioning by multiple regression and canonical analysis. **Journal of Plant Ecology**. v.1, n. 1, p. 3-8, 2008.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical ecology**. 3rd. Edition. Elsevier. 2012.

LEGENDRE, P.; GALLAGHER, E.D. Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. **Oecologia**. v.129, p. 271–280, 2001.

LEITÃO, A.C.; FREIRE, R.H.F.; ROCHA, O.; SANTAELLA, S.T. Zooplankton community composition and abundance of two Brazilian Semiarid reservoirs. **Acta Limnológica Brasiliensia**, v. 18, n.4, p. 451-468, 2006.

- LODI, S.; MACHADO VELHO, L.F.; CARVALHO, P; BINI, L.M. Patterns of zooplankton populational synchrony in a tropical reservoir. **Journal of Plankton Research**. v. 0, n.0, p. 1-12, 2014.
- LOUZADA, A. F. **Conflitos por múltiplos usos da água no reservatório da UHE de Tucuruí**. 2009. 177 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Belém, 2009. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.
- MAIA-BARBOSA, P. M.; ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M.; VALADARES, C. F.; PESSOA, G. C. D. The resting eggs of zooplankton from a tropical, eutrophic reservoir (Pampulha Reservoir, south-east Brazil). **Lake and Reservoir Management**. v.8, p 269-275, 2003.
- MARGALEF, R. **Limnologia**. Barcelona: Omega, 1983. 951 p.
- MARQUES, A. K. **Análise da diversidade fitoplanctônica no reservatório da usina hidroelétrica Luis Eduardo Magalhães, no médio Tocantins- TO: estrutura da comunidade, flutuações temporais e espaciais**. Dissertação de Mestrado em Ciências do Ambiente. UFT. Palmas. 2006.
- MATTEUCCI, S.D.; COLMA, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Cuaderno de la OEA. **Serie de Biología**, monografía N° 22. Washington: Secr. Gen. O.E.A. 168p.
- MELÃO, M. G. G. A produtividade secundária do zooplâncton: Métodos, implicações e um estudo na Lagoa Dourada. *In*: Henry, R. ed. **Ecologia de Reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu, Fundibio/Fapesp. p.149-184. 1999.
- MENEZES, L. B. C. **Considerações biogeoquímicas de ecossistemas amazônicos: rios e lagos selecionados nas microregiões bragantina, do salgado, e guajarina**. 1999. 169f. Tese (Doutorado em Geoquímica e Petrologia) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará. Belém, 1999.
- MERAYO, S.; GONZÁLEZ, E.J. Variaciones de abundância y biomassa Del zooplancton em um embalse tropical oligo-mesotrófico Del norte de Venezuela. **Rev. Biol.Trop**, v. 58, n. 2, jun. p. 603-619, 2010.
- MILLIGAN, G. W.; COOPER, M. Methodology review: clustering methods. **Applied Psychological Measurement**, v.11, n. 4, p. 329-354, 1987.
- NAVARRO, M.A.B.; MODENUTTI, B.E. Precipitation patterns, dissolved organic matter and changes in the plankton assemblage in Lake Escondido (Patagonia, Argentina). **Hydrobiologia**, v. 691, n. 1. p, 189–202. 2012.
- NEGREIROS MENDES, F.G. **Variação espacial e temporal do fitoplâncton e parâmetros limnológicos no trecho do rio tocantins sob influência da UHE de Estreito**. Dissertação (Mestrado em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais). UFRA. Belém, 2015.
- NEGREIROS, N.F.; SANTOS-WISNIEWSKI, M.J.S.; SANTOS, R.M.; ROCHA, O. The influence of environmental factors on the seasonal dynamics and composition of Rotifera in

the Sapucaí River arm of Furnas Reservoir, MG, Brazil. **Biota Neotropica**, v.10, n. 4, p. 173-182, 2010.

PAAVOLA, R.; MUOTKA, T.; VIRTANEN, R.; HEINO, J.; KREIVI, P. Are biological classifications of headwater streams concordant across multiple taxonomic groups? **Freshwater Biology**, v. 48, n. 10, p. 1912-1923, 2003.

PAIVA, R. S., E. ESKINAZI-LEÇA, J. Z. O. PASSAVANTE, M. G. G. SILVA-CUNHA & N. F. A. C. MELO,. Considerações ecológicas sobre o fitoplâncton da baía do Guajará e foz do rio Guamá. **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi**. Ciências Naturais, v. 1, p. 133-146, 2006.

PARANHOS, J. D. N.; ALMEIDA, V. L. S.; SILVAFILHO, J. P.; PARANAGUÁ, M. N.; MELO-JÚNIOR, M.; NEUMANN-LEITÃO, S. The zooplankton biodiversity of some freshwater environments in Parnaíba basin (Piauí, Northeastern Brazil). **Brazilian Journal of Biology**. vol. 73, ed. 1, p. 125-134, 2013.

PARSONS, T. R.; STRICKLAND, J. D. H. Discussion of Spectrophotometric Determination of Marine Plankton Pigments with Revised Equations of Ascertaining Chlorophyll α and Carotenoids. **Journal of Marine Research**, v.21, p. 155-163, 1963.

PASCHOAL, L. R. P.; SÁ, O. R. Quality water analysis at Marechal Mascarenhas de Moraes and Luiz Carlos Barreto de Carvalho Hydroelectrical Power Stations of Rio Grande - Minas Gerais, using the trophiclevel index (TLI) and water quality index (WQI). **Ciência et Praxis**, v. 4, 2011.

PEIXOTO, R.H.P.B.; DOURADO, J.C.; SILVA, I.G.; JÚNIOR, R.E.N. Qualidade física, química e microbiológica da água do rio Tocantins. In: NETTO, A.L.C. **Estreito: o novo cenário das águas**. Rio de Janeiro: E-papers: CEST, 2012.

PEREIRA, D.F. **Estudo da comunidade zooplanctônica em um reservatório recémconstruído (Reservatório do Lajeado), UHE Luis Eduardo Magalhães – TO**. São Paulo: USP, 114p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo. 2005.

PERES-NETO, P.R.; LEGENDRE, P.; DRAY, S.; BORCARD, D. Variation partitioning of species data matrices: estimation and comparison of fractions. **Ecology**, v. 87, p. 2614–2625, 2006.

PETERSON, C. G. Response of benthic algal communities to natural physical disturbance. Pages 375–402 in R. J. Stevenson, M. L. Bothwell, and R. L. Lowe (editors). *Algal ecology: freshwater benthic algae*. **Academic Press**, San Diego, California. 1996.

PICAPEDRA, P. H. S.; FERNANDES, C.; LANSAC-TÔHAA, F. A. Zooplankton community in the Upper Parnaíba River (Northeastern, Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v. 76, ed. 2, 2016.

PINEL-ALLOUL, B.; NIYONSENGA, T.; LEGENDRE, P.; GRIL, G. Spatial and environmental components of freshwater zooplankton structure. **Ecoscience**, v. 2, n. 1, p. 1-19, 1995.

PINTO, M.D.S. **Composição e Abundância do zooplâncton em região litorânea de um reservatório que opera a fio d'água e espécies indicadoras como ferramenta de gestão de recursos hídricos**. Palmas, 43p. Dissertação (Mestrado Ciências do Ambiente). 2009.

PINTO COELHO, R. M. Métodos de coleta, preservação, contagem e determinação de biomassa em zooplâncton de água epicontinentais. In: BICUDO, C. E. D. M.; BICUDO, D. D. C. **Amostragem em Limnologia**. 2. ed. São Carlos: RiMa, 2007. Cap. 9, p. 371.

PLA, L. Bootstrap confidence intervals for the Shannon biodiversity index: a simulation study. **J. Agric. Biol. Environ. Stat.**, v. 9, p. 42-56, 2004.

POOS, M.S.; JACKSON, D.A. Addressing the removal of rare species in multivariate bioassessments: The impact of methodological choices. **Ecological Indicators**, p. 82-90, 2012.

RIED, J. W. Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para espécies continentais sulamericanas de vida livre da ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda). **Boletim de Zoologia**, São Paulo, v. 9, p. 17-143, 1985.

ROBERTSON, B.; HARDY, E. R. Zooplankton of Amazonian lakes and rivers. In: SIOLI, H. The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. [S.l.]: The Hague, Dr. W. Junk. p. 337-352, 1984.

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

ROSA, L. P. et al. First brazilian inventory of anthropogenic greenhouse gas emissions. Background reports. Carbon dioxide and methane emissions from brazilian hydroelectric reservoirs. Brasília: Ministry of Science and Technology, 2002. 119p.

SANT'ANNA, C. L.; AZEVEDO, M. T. P. Contribution to the knowledge of potentially toxic Cyanobacteria from Brazil. **Nova Hedwigia**, v. 71, n. 3-4, p. 359-385, 2000.

SANTANA, A. C.; BENTES, E. S.; HOMMA, A. K. O.; OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, C. M. Influência da barragem de Tucuruí no desempenho da pesca artesanal, estado do Pará. **Rev. Econ. Sociol. Rural**. vol.52 no.2 Brasília Apr./June 2014

SANTOS, T. G. et al. ZOOPLÂNCTON COMO INDICADOR BIOLÓGICO DA QUALIDADE AMBIENTAL NOS ESTUÁRIOS DOS RIOS CARRAPICHO E BOTAFOGO, ITAMARACÁ – PE. **Rev. Bras. Enga. Pesca**, v. 4, n. 1, jan 2009.

SANTOS, T. G.; GUSMÃO, L. M. O.; NEUMANN-LEITÃO, S.; CUNHA, A. G. ZOOPLÂNCTON COMO INDICADOR BIOLÓGICO DA QUALIDADE AMBIENTAL

NOS ESTUÁRIOS DOS RIOS CARRAPICHO E BOTAFOGO, ITAMARACÁ – PE. **Rev. Bras. Enga. Pesca.** 4(1), jan. 2009.

SANTOS-WISNIEWSKI, M.J.; ROCHA, O. Spatial distribution and secondary production of Copepoda in a tropical reservoir: Barra Bonita, SP, Brazil. **Braz. J. Biol.**, v. 67, n. 2, p. 223-233, 2007.

SASSI, R., **Fitoplâncton da formação recifal da ponta do Seixas (Lat. 7°09'16" S, Long. 34°47'35" W) Estado da Paraíba-Brasil: composição, ciclo anual e alguns aspectos fisioecológicos.** Tese (Doutorado) – Universidade São Paulo, São Paulo. 1987.

SCHOLTEN, M.C.TH.; FOEKEMA, E.M.; VAN DOKKUM, H.P.; KAAG, N.H.B.M.; JAK, R.G. *Eutrophication Management and Ecotoxicology.* Springer-Verlag, Berlin eidelberg, 122 p. 2005

SEGERS, H. Global diversity of rotifers (Rotifera) in freshwater. **Hydrobiologia**, v.595, n. 1, p. 49–59, 2008.

SEGERS, H., Rotifera: The Lecanidae (Monogononta). **Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world**,. Vol. 2. Hague: SPB Academic Productions. 1995.

SERAFIM-JÚNIOR, M.; NEVES, G. P.; BRITO, L.; GHIDINI, A. R. zooplâncton do rio itajaí-acú a jusante da cidade de Blumenau, Santa Catarina, Brasil. **Estud. Biol.**, v. 28, n. 65, p. 41-50, 2006.

SIEGEL, S. **Estatística Não-paramétrica Para as Ciências do Comportamento.** São Paulo: McGraw-Hill, 1975.

SILVA, A. E. P.; ANGELIS, C. F.; MACHADO, L. A. T.; WAICHAMAN, A. V. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. *Acta Amazônica*, Manaus, v. 38, n.4 , p. 733-742, 2008.

SILVA, E. N. S.; ROBERTSON, B. A. REID, J. L. W.; HARDY, E. R. Atlas de copépodos planctônicos, Calanoida e Cyclopoida, (Crustacea), da Amazônia brasileira. I. Represa de Curuá-Una, Pará. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 6, n. 4, p. 725-758, 1989.

SILVA, M. F. **Ecologia espacial e funcional da comunidade zooplanctônica no médio curso do Rio Tocantins.** Belém. 110p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais). Universidade Federal Rural da Amazônia. 2016

SIOLI, H. Principal biotypes of primary production in the Waters of Amazonia. In: MISRA, R.; VARANASE, B.G. (Editors). **Proceedings of the Symposium on Recent Advances Ecology.** Índia. International Society for Tropical Ecology. p. 591-600, 1958.

SMIRNOV N. N. Cladocera: the Chydorinae and Sayciinae (Chydoridae) of the world. **Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental Waters of the world.** SPB Academic Publishing, Netherlands:197: 197 pp. 1996.

SMIRNOV, N.N., The Macrothricidae of the world. **Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world**. Hague: SPB Academic Productions. 143 p. 1992.

SOMLYODY, L; VARIS, O. Freshwater under pressure. **International Review for Environmental Strategies**, v.6, n.2, p.181-204. 2006.

SOUZA, R. A. L; MELO, N. F. A. SANTOS, M. L. S. PALHETA, G. D. A. SOUZA, A. S. L. ALVES, I. C. C. Princípios de limnologia. In: SOUZA, R. A. L. (org.). **Ecosistemas aquáticos: bases para o conhecimento**. Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia. 2013. 204p.

SPIEGELBERG, G. **Um modelo morfodinâmico: desenvolvimento e aplicação no reservatório da usina hidroelétrica de estreito no rio Tocantins** (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE. 2010.

SPIEGELBERG, G. **Um modelo morfodinâmico: desenvolvimento e aplicação no reservatório da usina hidroelétrica de estreito no rio Tocantins** (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE. 2010.

TAVARES, M. D. R. M. **Estrutura da comunidade microfitoplanctônica da área de influência da UHE de Tucuruí-Pará**. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aquática e Pesca). Universidade Federal do Pará. Belém, p. 55. 2011.

TER BRAAK, C. J. F. Partial canonical correspondence analysis. In: H. H. Bock (ed). **Classification and related methods of data analysis**. North Holland: Amsterdam, p. 551-558, 1988.

TER BRAAK, C. J. F.; SMILAUER, P. **CANOCO Reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5)**. Ithaca, Microcomputer Power, 500p. 2002.

THORP, J. H.; CORVICH, A. P. **Ecology and classification of North American freshwater invertebrates**. Orlando: Academic Press. 1038p. 2001.

TUNDISI, J. G. Exploração do potencial hidrelétrico da Amazônia. **Estudos Avançados**. Vol.21 n°59, São Paulo. 2007

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

TUNDISI, J. G.; SANTOS, M. A.; MENEZES, C. F. S. Tucuruí reservoir and hydroelectric power plant. **World Lakes Website**, 2003. Disponível em: http://www.worldlakes.org/uploads/Tucuruí_15Jun03.pdf. Acesso em: 05 jan. 2017.

TUNDISI, J. E. M. **Indicadores da qualidade da bacia hidrográfica para gestão integrada dos recursos hídricos. Estudo de caso: Bacia hidrográfica do Médio Tocantins (TO)**. São Carlos: UFSCar. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais). 2006.

TUNDISI, J. G.; SANTOS, M. A.; MENEZES, C. F. S. Tucuruí reservoir and hydroelectric power plant. **World Lakes Website**, 2003. Disponível em: <http://www.worldlakes.org/uploads/Tucurui_15Jun03.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2017.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

UEDA, H.; REID, J.W.; HOLYŃSKA, M. Copepoda Cyclopoida: genera Mesocyclops and Thermocyclops. **Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world**. Leiden: Backhuys. 318 p. 2003.

VELHO, L.F.M.; LANSAC-TÔHA, F.A.; SERAFIM-JUNIOR, M. Testate amoebae (Rhizopodea-Sarcodina) from zooplankton of the Upper Paraná river floodplain, state of Mato Grosso do Sul, Brazil. I. Families Arcellidae and Centropyxidae. **Stud. Neotrop. Fauna Environm.**, v.31, p. 35-50, 1996.

WETZEL, R.G. **Limnología**. Barcelona: Ediciones Omega, 1983.

WOLFGANG, J. J. MELLO, N. J. A. S. Impactos ecológicos das represas hidrelétricas na bacia amazônica brasileira. **Estudos Avançados**. vol.4 nº.8 São Paulo Jan./Apr. 1990.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 4ªed. New Jersey, Prentice-Hall, Inc., 663p. 1999

APÊNDICE

Tabela 3 - Classes de frequência de ocorrência da comunidade zooplantônica em relação ao mês de amostragem e em relação a toda amostragem no reservatório da UHE de Tucuruí em 2011 (Pará, Brasil).

Família / Espécie	Meses			Classificação FR(%)
	Fev	Jul	Dez	
AMEBA TESTÁCEA				
Arcellidae				
<i>Arcella conica</i> (Playfair, 1917)	E	-	-	Esporádico
<i>Arcella costata angulosa</i> (Perty, 1852)	E	-	E	Esporádico
<i>Arcella costata</i> Ehrenberg, 1847	-	-	E	Esporádico
<i>Arcella dentata</i> Ehrenberg, 1843	E	-	-	Esporádico
<i>Arcella discoides</i> Ehrenberg, 1843	E	-	-	Esporádico
<i>Arcella hemisphaerica hemisphaerica</i> Perty, 1852	E	-	-	Esporádico
<i>Arcella megastoma</i> Pénard, 1902	E	-	-	Esporádico
<i>Arcella undulata</i> Deflandre, 1928	E	-	-	Esporádico
<i>Arcella vulgaris</i> Ehrenberg, 1830	E	E	E	Esporádico
Centropyxidae				
<i>Centropyxis aculeata</i> (Ehrenberg, 1838)	-	-	E	Esporádico
<i>Centropyxis discoides</i> (Pénard, 1890)	E	-	E	Esporádico
<i>Centropyxis</i> sp1	E	-	E	Esporádico
Diffugiidae				
<i>Diffugia oblonga</i> Ehrenberg, 1838	E	-	-	Esporádico
<i>Diffugia penardi</i> Cash & Hopkinson, 1909	E	-	-	Esporádico
<i>Diffugia</i> sp1	E	-	-	Esporádico
<i>Diffugia</i> sp2	E	-	-	Esporádico
<i>Diffugia</i> sp3	E	E	E	Esporádico
<i>Diffugia corona</i> Wallich, 1864	-	-	E	Esporádico

Família / Espécie	Meses			Classificação FR(%)
	Fev	Jul	Dez	
Euglyphidae				
<i>Euglypha denticulata</i> Brown, 1912	E	-	-	Esporádico
<i>Euglypha</i> sp1	-	E	-	Esporádico
CLADOCERA				
Neonatos	F	PF	F	
Bosminidae Sars, 1865				
<i>Bosmina hagmanni</i> Stingelin, 1904	PF	PF	F	Frequente
<i>Bosmina longirostris</i> O.F. Muller, 1785	F	E	F	Pouco frequente
<i>Bosminopsis deitersi</i> Richard, 1895	MF	MF	F	Muito frequente
Chydoridae Stebbing, 1902				
<i>Alona</i> sp1	E	-	-	Esporádico
<i>Alonella</i> sp1	-	-	E	Esporádico
Daphniidae Straus, 1820				
<i>Daphnia</i> sp1	-	E	-	Esporádico
<i>Ceriodaphnia cornuta cornuta</i> Sars, 1886	F	E	F	Pouco frequente
<i>Ceriodaphnia cornuta dubia</i>	E	-	-	Esporádico
<i>Ceriodaphnia cornuta rigaudi</i> Richard, 1886	PF	PF	PF	Pouco frequente
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	E	E	-	Esporádico
<i>Moinodaphnia macleayi</i> (King, 1853)	PF	-	E	Esporádico
<i>Scapholeberis</i> sp1	E	-	-	Esporádico
<i>Simocephallus serrulatus</i> Koch, 1841	E	-	-	Esporádico
Ilyocryptidae Smirnov, 1992				
<i>Ilyocryptus spinifer</i> Herrick, 1882	PF	E	E	Esporádico
Macrothricidae Norman & Brady, 1867				

Família / Espécie	Meses			Classificação FR(%)
	Fev	Jul	Dez	
<i>Grimaldina brazzai</i> Richard, 1892	E	-	-	Esporádico
<i>Macrotrix</i> sp.	E	-	-	Esporádico
Moinidae Goulden, 1967				
<i>Moina micrura</i> Kurz, 1874	PF	E	E	Esporádico
<i>Moina minuta</i> Hansen, 1899	MF	F	F	Frequente
<i>Moina reticulata</i> (Daday, 1905)	E	-	-	Esporádico
<i>Moina</i> sp.	E	-	E	Esporádico
Sididae Baird, 1850				
<i>Diaphanosoma birgei</i> Korinek, 1981	MF	PF	F	Frequente
<i>Diaphanosoma</i> sp1	E	E	-	Esporádico
Holopediidae G.O. Sars, 1865				
<i>Holopedium amazonicum</i> Stingelin, 1904	F	E	E	Pouco frequente
COPEPODA	-	-	-	
Naúplio	MF	MF	MF	Muito frequente
Calanoida				
Calanoida sp1	-	E	E	Esporádico
Calanoida sp2	-	E	-	Esporádico
Copepodito calanoida	MF	MF	F	Muito frequente
Diaptomidae				
<i>Argyrodiaptomus</i> sp1	-	E	-	Esporádico
<i>Notodiatomus henseni</i> Dahl, 1894	PF	E	-	Esporádico
Cyclopoida				
Copepodito cyclopoida	MF	MF	MF	Muito frequente
Cyclopoida sp1	-	E	E	Esporádico

Família / Espécie	Meses			Classificação FR(%)
	Fev	Jul	Dez	
Cyclopoida sp2	E	-	-	Esporádico
Cyclopoida sp3	E	-	-	Esporádico
Cyclopidae				
<i>Mesocyclops</i> sp.	PF	-	-	Esporádico
<i>Microcyclops</i> sp.	E	-	-	Esporádico
<i>Paracyclops</i> sp.	E	E	PF	Pouco frequente
<i>Thermocyclops</i> sp.	PF	-	PF	Esporádico
Oithonidae				
<i>Oithona</i> sp.	E	-	-	Esporádico
Harpacticoida				
Harpacticoida sp	E	-	-	Esporádico
Copepodito harpacticoida	E	-	-	Esporádico
ROTIFERA	-	-	-	
Rotifera sp1	E	E	-	Esporádico
Rotifera sp2	PF	F	-	Esporádico
Asplanchnidae				
<i>Asplanchna</i> sp2	PF	-	-	Esporádico
<i>Asplanchna</i> sp1	E	E	-	Pouco frequente
Brachionidae				
<i>Anureopsis</i> sp1	E	-	PF	Esporádico
<i>Anureopsis</i> sp2	F	E	-	Esporádico
<i>Brachionus angularis</i> Gosse, 1851	E	-	-	Esporádico
<i>Brachionus calyciflorus</i> Pallas, 1766	E	-	-	Esporádico
<i>Brachionus caudatus austrogenitus</i> Ahlstrom, 1940	-	E	E	Esporádico

Família / Espécie	Meses			Classificação FR(%)
	Fev	Jul	Dez	
<i>Brachionus caudatus</i> Barrois & Daday, 1894	-	E	E	Esporádico
<i>Brachionus caudatus personatus</i> Ahlstrom, 1940	PF	E	E	Esporádico
<i>Brachionus dolabratus</i> Haring, 1915	F	E	F	Pouco frequente
<i>Brachionus falcatus</i> Zacharias, 1898	F	PF	F	Pouco frequente
<i>Brachionus mirus angustus</i> Koste, 1972	E	-	E	Esporádico
<i>Brachionus mirus voigti</i> Hauer, 1961	PF	-	E	Esporádico
<i>Brachionus quadridentatus</i> Hermann, 1783	PF	-	-	Esporádico
<i>Brachionus quadridentatus quadridentatus</i> Hermann, 1783	E	-	-	Esporádico
<i>Brachionus urceolaris</i> Müller, 1773	E	-	-	Esporádico
<i>Brachionus zahniseri gessneri</i> Hauer, 1956	PF	F	F	Pouco frequente
<i>Brachionus zahniseri reductus</i> Hauer, 1956	PF	-	E	Pouco frequente
<i>Keratella americana</i> Carlin, 1943	MF	MF	MF	Muito frequente
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	MF	E	F	Pouco frequente
<i>Keratella lenzi</i> Hauer, 1953	PF	F	E	Pouco frequente
<i>Keratella quadrata</i> (Müller, 1786)	-	E	-	Esporádico
<i>Keratella tecta</i> (Gosse 1851)	-	-	E	Esporádico
<i>Keratella tropica</i> (Apstein 1907)	E	E	E	Esporádico
<i>Plationus patulus macracanthus</i> (Daday, 1905)	F	E	E	Pouco frequente
<i>Plationus patulus</i> (Müller, 1786)	PF	PF	F	Pouco frequente
<i>Platyas quadricornis</i> Ehrenberg, 1832	E	-	E	Esporádico
Conochilidae				
<i>Conochillus</i> sp	-	E	-	Esporádico
Euchlanidae				
<i>Dipleuchlanis propatula</i> (Gosse, 1886)	E	-	-	Esporádico

Família / Espécie	Meses			Classificação FR(%)
	Fev	Jul	Dez	
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	E	-	-	Esporádico
<i>Euchlanis</i> sp	-	-	F	Esporádico
Filinidae				
<i>Filinia camasecla</i> Myers, 1938	MF	PF	MF	Frequente
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	E	-	-	Esporádico
<i>Filinia opeliensis</i> (Zacharias, 1898)	E	E	PF	Esporádico
<i>Filinia terminalis</i> (Plate, 1886)	MF	PF	F	Frequente
Flosculariidae				
<i>Pytigura</i> sp	E	-	-	Esporádico
Gastropodidae				
<i>Ascomorpha ecaudis</i> Perty, 1850	E	-	-	Esporádico
<i>Ascomorpha ovalis</i> Bergedahl, 1892	F	E	E	Esporádico
<i>Ascomorpha saltans</i> Bartsch, 1870	E	-	-	Esporádico
<i>Ascomorpha</i> sp1	E	E	F	Esporádico
<i>Ascomorpha</i> sp2	F	-	-	Esporádico
<i>Gastropus</i> sp.	E	PF	-	Esporádico
Hexarthridae				
<i>Hexarthra intermedia</i> Wiszniewski, 1929	E	PF	F	Pouco frequente
<i>Hexarthra intermedia brasiliensis</i> Hauer, 1953	-	-	E	Esporádico
<i>Hexarthra mira</i> (Hudson, 1971)	F	F	E	Esporádico
<i>Hexarthra</i> sp.	F	-	-	Esporádico
Lecanidae				
<i>Lecane closterocerca</i> (Schmarda, 1859)	E	-	-	Esporádico
<i>Lecane cornuta</i> (Müller, 1786)	E	-	-	Esporádico

Família / Espécie	Meses			Classificação FR(%)
	Fev	Jul	Dez	
<i>Lecane curvicornis</i> (Murray, 1913)	PF	E	-	Esporádico
<i>Lecane leontina</i> (Turner, 1892)	E	-	-	Esporádico
<i>Lecane levistyla</i> (Olofsson, 1917)	E	-	-	Esporádico
<i>Lecane ludwigii</i> Eckstein, 1883	-	E	-	Esporádico
<i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)	E	PF	-	Esporádico
<i>Lecane mira</i> (Murray, 1913)	-	E	-	Esporádico
<i>Lecane papuana</i> (Murray, 1913)	E	E	-	Esporádico
<i>Lecane proiecta</i> Hauer, 1956	E	F	F	Frequente
<i>Lecane</i> sp1	-	E	-	Esporádico
<i>Lecane</i> sp2	-	E	-	Esporádico
<i>Monostyla bulla</i> Gosse, 1851	E	E	-	Esporádico
<i>Monostyla lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)	-	-	E	Esporádico
<i>Monostyla</i> sp1	-	E	E	Esporádico
<i>Monostyla</i> sp2	-	-	E	Esporádico
<i>Monostyla</i> sp3	-	-	E	Esporádico
Synchaetidae				
<i>Synchaeta</i> sp1	-	-	E	Esporádico
<i>Polyarthra remata</i> Skorikov, 1896	MF	E	F	Pouco frequente
<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943	F	F	F	Frequente
<i>Synchaeta stylata</i> Wierzejski, 1893	-	-	E	Esporádico
Trichocercidae				
<i>Trichocerca bicristata</i> (Gosse, 1887)	E	-	-	Esporádico
<i>Trichocerca capucina</i> Wierzejski e Zacharias, 1893	-	E	-	Esporádico
<i>Trichocerca chattoni</i> (Beauchamp, 1907)	F	PF	F	Pouco frequente

Família / Espécie	Meses			Classificação FR(%)
	Fev	Jul	Dez	
<i>Trichocerca elongata</i> (Gosse, 1886)	E	-	-	Esporádico
<i>Trichocerca insignis</i> (Herrick, 1885)	E	-	-	Esporádico
<i>Trichocerca pussila</i> (Jennings, 1903)	PF	PF	E	Pouco frequente
<i>Trichocerca similis</i> (Wierzejski, 1893)	E	-	E	Esporádico
<i>Trichocerca similis grandis</i> Hauer, 1893	F	-	-	Esporádico
<i>Trichocerca</i> sp1	E	-	-	Esporádico
<i>Trichocerca</i> sp2	E	-	-	Esporádico
Testudinellidae				
<i>Testudinella patina</i> (Hermann, 1783)	E	E	-	Esporádico
<i>Testudinella patina dendranena</i> Beauchamp, 1955	E	-	-	Esporádico
Mytilinidae				
<i>Mytilina</i> sp1	PF	E	E	Esporádico
Trochosphaeridae				
<i>Trochosphaera</i> sp.	E	-	-	Esporádico
<i>Horaella</i> sp.	E	-	-	Esporádico
<i>Horoella brehmi</i> Donner, 1949	E	-	-	Esporádico
Epiphanidae				
<i>Epiphanes</i> sp	-	E	E	Esporádico
Notommatidae				
<i>Cephalodella</i> sp.	E	-	-	Esporádico
Lepadellidae				
<i>Collurela</i> sp.	E	-	-	Esporádico