



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

EFEITO DO TAMANHO DA MALHA DE REDES DE PLÂNCTON SOBRE OS PARÂMETROS ECOLÓGICOS DE ROTÍFEROS DO GÊNERO *KERATELLA*

Trabalho apresentado por:

THAYANE PORTO REIS

Orientador: Prof. Dr. José Eduardo Martinelli Filho (UFPA)

Coorientador: Msc. Alysson Antônio da Costa Leite

Belém - Pará

2019



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**EFEITO DO TAMANHO DA MALHA DE REDES DE
PLÂNCTON SOBRE OS PARÂMETROS ECOLÓGICOS DE
ROTÍFEROS DO GÊNERO *KERATELLA***

Trabalho apresentado por:

THAYANE PORTO REIS

Orientador: Prof. Dr. José Eduardo Martinelli Filho (UFPA)

Coorientador: Msc. Alysson Antônio da Costa Leite

Belém - Pará

2019

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

R375e Reis, Thayane Porto
Efeito do tamanho da malha de redes de plâncton sobre os
parâmetros ecológicos de rotíferos do gênero Keratella / Thayane
Porto Reis. — 2019.
xi, 26 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. José Eduardo Martinelli-filho
Coorientador(a): Prof. Me. Alysson Antônio da Costa Leite
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Faculdade de
Oceanografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do
Pará, Belém, 2019.

1. Zooplâncton. 2. Reservatório Tropical. 3. Seleção. 4.
Amazônia. I. Título.

CDD 574.526322



Universidade Federal do Pará
Instituto de Geociências
Faculdade de Oceanografia

**EFEITO DO TAMANHO DA MALHA DE REDES DE PLÂNCTON SOBRE OS
PARÂMETROS ECOLÓGICOS DE ROTÍFEROS DO GÊNERO *KERATELLA***

Trabalho de Conclusão de curso apresentado por:

THAYANE PORTO REIS

Como requisito parcial para obtenção do Grau de bacharel em OCEANOGRAFIA

Data de aprovação: 17/07/2019

Banca examinadora

José E. Martinelli Filho

Prof. Dr. José Eduardo Martinelli Filho – Orientador
Membro – UFPA

Alysson Leite

Msc. Alysson Antônio da Costa Leite - Coorientador
(Membro – UFPA)

Solana Meneghel Boschilia

Profª. Dra. Solana Meneghel Boschilia
(Membro – UFPA)

Brenda Natasha Souza Costa

Msc. Brenda Natasha Souza Costa
(Membro – UFPA)

Aos meus pais, que sempre se fizeram
presentes, apesar da distância.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente gostaria de agradecer a **Deus**, por sempre segurar na minha mão, me abençoando e iluminando todos os dias da minha vida.

A minha família, **Theanã Reis, Guilherme Reis, Tháglea Reis e Luíza Reis**, que apesar da distância se fizeram presentes durante toda essa fase da graduação, me dando todo o amor e carinho possível, sempre acreditando em mim. Obrigada por todas as chamadas de vídeo, isso fez eu me sentir mais perto. Amo vocês.

A minha segunda família no Pará, **Maria de Belém, Pedro Reis, João Reis, Shirley Reis, Isis Priscila e Melissa Paola**, por sempre me acolherem em todos os momentos e por cuidarem de mim não me deixando sentir sozinha. E ao **Eric**, que mesmo ainda não tendo nascido, já traz grandes alegrias para todos nós.

A minha segunda família em Manaus, **Iara Porto, Eduarda Porto e Amanda Porto**, por sempre terem torcido por mim, não apenas nessa conquista mais em todas as outras. Obrigada por sempre me receberem bem e me fazer sentir em casa.

Ao meu orientador **José Eduardo Martinelli Filho**, por ter me aceitado no laboratório e me orientar mesmo antes do TCC.

Ao meu coorientador **Alysson Leite**, que sem dúvidas me ensinou quase tudo o que eu aprendi sobre zooplâncton. Vou ser sempre grata.

Ao **Anderson Movilha**, por ser meu parceiro não apenas na faculdade, mas em todos os momentos fora dela também. Obrigada por todas as situações de descontração, carinho e amor. Sem dúvidas isso me ajudou a passar por essa fase de uma forma mais leve

A **Valdilene Movilha e Selma Rocha** pela parceria, por sempre acreditar em mim e pelos momentos especiais e de descontração que vivemos durante o dia a dia.

A **todos** os docentes da Faculdade de Oceanografia, por todos os ensinamentos e lições dadas durante a graduação. Em especial: **Renan Peixoto, Leilanhe Ranieri e Solana Boschilia**, que são exemplos e inspiração.

A **todos** os integrantes do Laboratório de Oceanografia Biológica, que contribuíram de alguma forma para o desenvolvimento desse trabalho, por todos os ensinamentos e todos os rap's aprendidos. Em especial, **Thuareag Monteiro** que nos últimos momentos me ajudou quando eu mais precisei.

A **toda** oceanografia 2015, pelos bons momentos em sala de aula ou em campo. Em Especial: **Felipe Alves, Haresson Elias, Paulo Raphel, Larissa Martins, Thamires Salimos, Renan Mescouto, Yago Brito e Julio Richard**, por me acompanharem desde o início da graduação. Cada momento com vocês foi super especial.

Deleita-te nos braços do senhor e Ele
te concederá os desejos do teu coração.
(Salmo 37:4)

RESUMO

O zooplâncton é um dos principais componentes das comunidades aquáticas, representados principalmente por microcrustáceos e rotíferos. Dentre os grupos do zooplâncton, os rotíferos destacam-se por sua alta diversidade, abundância e um elevado número de espécies, além de seu pequeno tamanho. Colocando-o em uma posição diferenciada em relação aos microcrustáceos, geralmente maiores e facilmente capturados por redes de plâncton convencionais. Portanto, os rotíferos podem ter seus parâmetros ecológicos subestimados, em virtude de uma seleção equivocada do tamanho da abertura da malha da rede de plâncton. Dessa forma, o trabalho avaliou o efeito de duas redes de coleta de plâncton sobre o tamanho, densidade e biomassa de espécies dominantes do gênero *Keratella* no reservatório de Tucuruí (PA). As coletas ocorreram durante o ano de 2015, em períodos de menor e maior precipitação. A amostragem ocorreu em 12 pontos de coleta, divididos ao longo do reservatório, por meio de arrastos verticais concomitantes com redes de malha de 20 e 64 μm . Em laboratório, um mínimo de 30 indivíduos foi mensurado para cada amostra. Os valores de densidade foram calculados por meio da análise de alíquotas da amostra total e fórmulas matemáticas e a biomassa segundo o método descrito por Ruttner-Kolisko. As principais análises estatísticas realizadas foram teste de Mann-Whitney e a PERMANOVA. No total foram analisadas 48 amostras. Para a rede de 64 μm , os maiores valores de densidade ($1.861 \pm 1.582 \text{ org.m}^{-3}$) e biomassa ($7,026 \pm 6,145 \mu\text{gPS.m}^{-3}$) ocorreram durante o período chuvoso, como possível consequência do processo de lixiviação. Para a rede de 20 μm , entretanto, os maiores valores de densidade ($2.346 \pm 4.286 \text{ org.m}^{-3}$) e biomassa ($8,021 \pm 14,111 \mu\text{gPS.m}^{-3}$) ocorreram durante o período seco. Na montante foram observados os maiores valores de densidade e biomassa, o que pode ser consequência de atributos do sistema lântico e mesmo a eutrofização, pois nessa região existem municípios sem tratamento de esgoto. Indivíduos menores de ambas *K. americana* e *K. cochlearis* ocorreram na rede de 20 μm . Sendo assim, a rede de 20 μm selecionou organismos menores, e a rede de 64 μm selecionou organismos maiores. Contudo, a variação na sazonalidade e entre os compartimentos do reservatório foi mais importante sobre a densidade e biomassa do gênero *Keratella*, do que as redes de malha.

Palavras-chave: Zooplâncton. Reservatório Tropical. Seleção. Amazônia.

ABSTRACT

Zooplankton is one of the main ecological compartments of an aquatic community and is composed mainly by microcrustaceans and rotiferans. Between the zooplanktonic groups, the rotifers are highlighted due to its high diversity, abundance and richness, as well as its small size in relation to the microcrustaceans, which are larger and easily catch by conventional plankton nets. As a consequence, rotifers may have some ecological parameters underestimated due to inadequate plankton net mesh sizes. This study analyzed the effect of two plankton net mesh over the size, density and biomass of the dominant species from the *Keratella* genus in the Tucuruí reservoir (Pará state, Brazil). Sampling was performed during 2015, at the rainy and dry seasons and over 12 sampling stations along the reservoir, by concomitant vertical tows with 20 and 64 μm plankton nets. During the laboratory analysis, a minimum of 30 specimens were measured at each sample. Density was estimated through the analysis of sample aliquots and the biomass through the method described by Ruttner-Kolisko. The main statistical testes applied were the Mann-Whitney test and the PERMANOVA. A total of 48 samples were analyzed. The highest density ($1,861 \pm 1,582 \text{ org.m}^{-3}$) and biomass ($7.026 \pm 6.145 \mu\text{gPS.m}^{-3}$) values occurred during the rainy season for the 64 μm mesh, as possible consequence of continental nutrient input. For the 20 μm net, the highest density ($2,346 \pm 4,286 \text{ org.m}^{-3}$) and biomass ($8.021 \pm 14.111 \mu\text{gPS.m}^{-3}$) values were described during the dry season. The upstream stations showed higher density and biomass in relation to the downstream stations, as a possible consequence of the lentic system attributes, or even eutrophication, since small cities without sewage treatment are located at the margins of the reservoirs. Smaller specimens of both *K. americana* and *K. cochlearis* occurred at the smaller mesh net. Thus, the 20 μm mesh net selected smaller organisms, and the 64 μm network selected larger organisms. However, seasonality and spatial variability were more important to explain the variations on density and biomass of the *Keratella* genus, than mesh nets.

Keywords: Zooplankton. tropical reservoir. selection. Amazon.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1: Localização do reservatório de Tucuruí, com pontos amostrais distribuídos a montante e jusante da barragem da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (PA), onde ocorreram as amostragens de zooplâncton no período seco e chuvoso de 2015. 5
- Figura 2: Densidade do gênero *Keratella* para a rede de malha de 20 μm , durante o período chuvoso (março) e seco (setembro) de 2015. 11
- Figura 3: Densidade do gênero *Keratella* para a rede de malha de 64 μm , durante o período chuvoso (março) e seco (setembro) de 2015. 11
- Figura 4: Biomassa do gênero *Keratella* para a rede de malha de 20 μm , para o período chuvoso (março) e seco (setembro) de 2015 no reservatório de Tucuruí-PA. 12
- Figura 5: Biomassa do gênero *Keratella* para a rede de malha de 64 μm , para o período chuvoso (março) e seco (setembro) de 2015 no reservatório de Tucuruí - PA. 13

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1: Resultados dos testes de significância (Mann-Whitney) para as dimensões dos rotíferos do gênero *Keratella* entre os tamanhos das redes de malha durante os períodos chuvoso e seco de 2015. Negrito: diferenças significativas. 9
- Tabela 2: Resultados dos testes de significância (Mann-Whitney) entre as redes de malha de 20 e 64 μm nos compartimentos do reservatório durante o período chuvoso e seco. Negrito: diferenças significativas. Montante (Mont). Jusante (Jus). O X indica que não foi possível realizar o teste devido à ausência de organismos da espécie neste compartimento, para a rede de 20 μm 10
- Tabela 3: Resultados da análise permutacional de variância (PERMANOVA) das diferenças na densidade de rotíferos do gênero *Keratella* entre os tratamentos. Compartimentos (Co): Montante (M) e jusante (J). Períodos (Pe): chuvoso (C) e seco (S). Malhas (Ma). Negrito: diferenças significativas; df: grau de liberdade. SQ: Soma dos quadrados. MQ: Média dos quadrados. 14
- Tabela 4: Resultados da análise permutacional de variância (PERMANOVA) das diferenças de biomassa dos rotíferos do gênero *Keratella* entre os tratamentos. Compartimentos (Co): Montante (M) e jusante (J). Períodos (Pe): chuvoso (C) e seco (S). Malhas (Ma). Negrito: diferenças significativas. gf: Grau de Liberdade. SQ: Soma dos quadrados. MQ: Média dos quadrados..... 15
- Tabela 5: Resultados da análise permutacional de variância (PERMANOVA) das diferenças de biovolume de rotíferos do gênero *Keratella* e comprimento entre os tratamentos. Compartimentos (Co): Montante (M) e jusante (J). Períodos (Pe): chuvoso (C) e seco (S). Malhas (Ma). Negrito: diferenças significativas. gf: Grau de liberdade. SQ: Soma dos quadrados. MQ: Média dos quadrados..... 16

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	IV
AGRADECIMENTOS.....	V
EPÍGRAFE	VI
RESUMO	VII
ABSTRACT	VIII
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	IX
LISTA DE TABELAS	X
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVO	4
2.1 OBJETIVO GERAL	4
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
3 MATERIAL E MÉTODOS	5
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	5
3.2 AMOSTRAGEM	6
3.3 ANÁLISES LABORATORIAIS	6
3.4 ANÁLISES DOS DADOS	7
4 RESULTADOS	9
5 DISCUSSÃO	17
7 CONCLUSÃO.....	20
REFERÊNCIAS.....	21
APÊNDICE A – DADOS REFERENTES A COORDENADAS DOS PONTOS E PROFUNDIDADE DAS COLETAS DURANTE OS MESES DE MARÇO E SETEMBRO DE 2015. PROF: PROFUNDIDADE.....	26

1 INTRODUÇÃO

O represamento dos rios, como a construção de barragens para geração de energia, representa alterações hidrodinâmicas do ambiente propiciando modificações nas condições físicas, químicas e biológicas da água (Aoyagui 2003). As usinas hidroelétricas (UHE) provocam grandes impactos ambientais, como os desvios de cursos d'água e formação de três compartimentos principais ao longo do rio: um lântico, um intermediário e um lótico (Tundisi *et al.* 1988). Segundo Henry *et al.* (1999), a extensão de cada uma das três regiões, podem ampliar-se ou reduzir-se muito em função do tempo de residência e da distribuição advectiva dos sedimentos e nutrientes introduzidos pelos tributários.

Em ambientes aquáticos continentais, o zooplâncton é constituído principalmente por protozoários, rotíferos, cladóceros e copépodes, exercendo papel importante na cadeia alimentar (Pereira *et al.* 2011). A composição e a diversidade desses organismos são controladas, entre outros fatores, pela dimensão do ecossistema aquático (Patalas 1971) e estado trófico (Gannon & Stemberger 1978). Dessa forma, a estrutura da comunidade zooplânctônica pode ilustrar as modificações que ocorrem em ecossistemas aquáticos (Barbosa *et al.* 2006, Galdino *et al.* 2007, Santos *et al.* 2009)

Dentre os metazoários do zooplâncton, os rotíferos possuem grande tolerância as alterações das condições ambientais (Allan 1976). Essa característica, além do curto ciclo de vida, permite o sucesso desses organismos nesses ambientes. Em lagos artificiais, espécies de rotíferos são encontradas com maior abundância do que a de outros grupos do zooplâncton, devido à alta adaptação desse grupo às características lânticas desse ambiente (Matsumura-Tundisi *et al.* 1990). Vale ressaltar que a diversidade e abundância de zooplâncton em reservatórios mudam de acordo com as características físico-químicas e estrutura biológica do reservatório (Jackson & Schmitz 1987, Sampaio *et al.* 2002).

Em grande parte dos reservatórios do Brasil, o zooplâncton é dominado por rotíferos em termos de densidade e riqueza de espécies (Rocha *et al.* 1995). Eles são um grupo de organismos que apresentam grande capacidade de adaptação a diversos níveis e ambientes, estando presentes em todos os biomas aquáticos (Hickman *et al.* 2013). Os estudos envolvendo estimativas de biomassa desses organismos são importantes em ecossistemas dulcícolas

brasileiros, pois mostram avanços reais sobre o papel dos mesmos na estrutura trófica (Bozelli & Huszar 2003).

Características como a capacidade de adaptação a diferentes ambientes, elevadas taxas reprodutivas, reprodução sexuada e assexuada, plasticidade alimentar; produção de ovos de resistência, curto ciclo de vida; recuperação rápida e altas taxas de dispersão garantem a versatilidade dos rotíferos. (Segers 2008, Stemberger 1995). Além disso, podem apresentar maior diversidade e densidade do que os demais metazoários do zooplâncton dulcícola (Dumont & Segers 1996), fazendo com que esses organismos apresentem vantagens competitivas em detrimento de outros principais grupos zooplanctônicos como Cladocera, Copepoda (Allan 1976, Dumont 1977). De acordo com Ahlstrom (1943) e Thorp & Covich (2010), os rotíferos possuem um mecanismo adaptativo muito importante, a ciclomorfose: uma alteração fenotípica, que ocorre sazonalmente e é vista em diversas espécies zooplânctônicas. Essas alterações estão associadas a características físicas, químicas ou biológicas de cada ambiente.

Alguns trabalhos enfocam na comunidade de rotíferos em reservatórios, principalmente em relação à composição taxonômica (e.g., Bezerra *et al.* 2015). Porém, se comparados com estudos de microcrustáceos, estes ainda são mais numerosos (Chick *et al.* 2010). Além disso, as menores classes de tamanho são subestimadas, pois poucos trabalhos utilizam malhas menores como de 20 μ m (Chick *et al.* 2010, Segers 2008, Thomas *et al.* 2017).

Baseando-se em levantamentos bibliográficos realizados por Chick *et al.* (2010) e Thomas *et al.* (2017), poucos trabalhos realizados com rotíferos em ambientes de águas continentais utilizam tamanhos de malhas menores que 35 μ m para amostragem de zooplâncton. O uso de grandes tamanhos de malha é uma problemática para rotíferos e outros grupos zooplanctônicos (Chick *et al.* 2010, Makarewicz & Likens 1979, Thomas *et al.* 2017), uma vez que esses organismos apresentam tamanhos variando em média de 50 a 2000 μ m de comprimento (Thorp & Covich 2010) e pode ser subestimados.

Estudos com malhas únicas não conseguem amostrar adequadamente todos os táxons, em qualquer tipo de ambiente e sob diferentes condições (Skjoldal *et al.* 2013, Miloslavica *et al.* 2014). A forma e o tamanho das redes e a velocidade de arrasto podem gerar imprecisões na amostragem do zooplâncton, porém a maior fonte de erro ao estimar biomassa e estrutura da comunidade é a seletividade do tamanho de abertura da rede. (Sameoto *et al.* 2000, Riccardi 2010, Skjoldal *et al.* 2013). Sendo assim, a escolha de uma rede com tamanho adequado é necessária para uma estimativa confiável da abundância do zooplâncton (Nichols & Thompson

1991). Atualmente existem outros métodos de coleta mais sofisticados que utilizam tecnologias acústicas, mas que se aplicam a organismos planctônicos de tamanho maior como copépodes (Schultes & Lopes 2009). Portanto, o uso de redes simples tem custos relativamente baixo do equipamento e de fácil aplicação (Johnson & Fogarty 2013).

Dessa forma, este estudo selecionou duas espécies de um dos gêneros dominantes de rotíferos em bacias hidrográficas brasileiras, o gênero *Keratella* (Bory de St. Vincent, 1822). O desenho amostral permitiu testar possíveis alterações causadas pela formação do reservatório (segregação de compartimentos como a montante e a jusante) e pelo regime hidrológico sazonal, por meio de amostragens realizadas nos períodos chuvoso e seco. Avaliou-se, principalmente, a importância da metodologia de coleta e a possível seletividade em relação ao tamanho da abertura das malhas utilizadas (20 e 64 μm), associado ao tamanho, densidade e biomassa desses rotíferos em um reservatório tropical de grande porte na Amazônia brasileira.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar se ocorre seletividade de coleta entre duas redes de plâncton de tamanho de malhas diferentes (20 e 64 μm) sobre as dimensões, densidade e biomassa de espécies dominantes de rotíferos do gênero *Keratella* (*K. americana* e *K. cochlearis*) no reservatório de Tucuruí (PA), assim como possíveis diferenças em relação ao regime hidrológico e regiões distintas do reservatório (jusante e montante).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Testar diferenças na densidade, biomassa e tamanho das espécies selecionadas em relação as duas redes de malha utilizadas (20 e 64 μm);
- Explorar diferenças espaciais na distribuição da densidade e biomassa entre as estações amostrais;
- Explorar possíveis diferenças nas variáveis biológicas estudadas em relação aos dois períodos sazonais;
- Explorar a possível seletividade entre as duas redes de plâncton e a interação com a sazonalidade e compartimentos através de análises multivariadas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A UHE de Tucuruí está localizada no rio Tocantins na bacia hidrográfica do Tocantins-Araguaia, com cerca de 300 km em linha reta da cidade de Belém e 7,5 km a montante da cidade de Tucuruí (Figura 1). A área inundada na região é de 2.830 km², com profundidade média de 17,5 m, podendo chegar até 75 m nas áreas mais próximas da barragem. O tempo de residência médio da água é de 51 dias e nas regiões marginais pode ser superior a 130 dias (Eletronorte 1989). Na região amazônica os maiores valores de precipitação pluviométrica ocorrem durante os meses de fevereiro a maio e menor precipitação de junho a outubro.

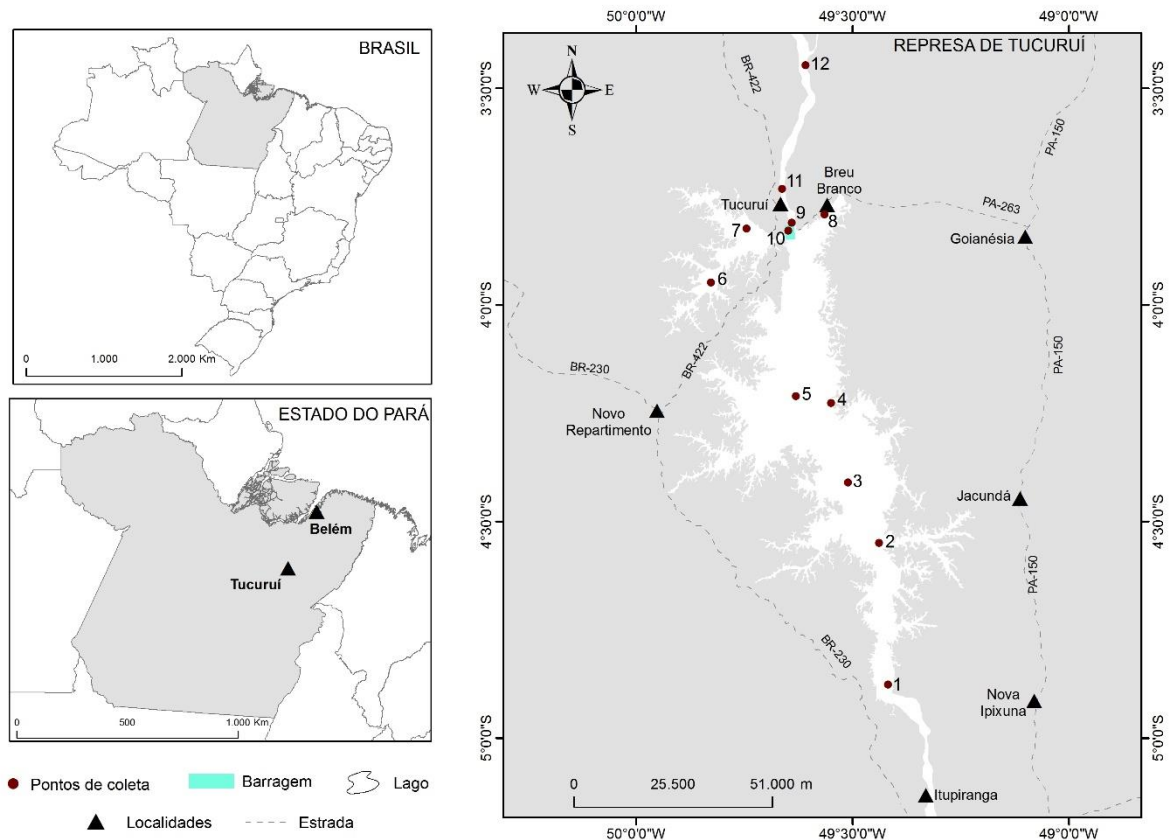


Figura 1: Localização do reservatório de Tucuruí, com pontos amostrais distribuídos a montante e jusante da barragem da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (PA), onde ocorreram as amostragens de zooplâncton no período seco e chuvoso de 2015.

3.2 AMOSTRAGEM

A amostragem ocorreu durante o ano de 2015, nos meses de março (período chuvoso) e setembro (período seco). Foram amostrados 12 pontos fixos de coleta, divididos entre montante (pontos de 1 a 4), jusante (pontos de 8 a 12) e lago (pontos de 5 a 7) (reservatório). As amostras foram obtidas por meio de arrastos verticais com profundidade máxima de 20 metros para não ultrapassar a zona eufótica em pontos com profundidade menor, a coleta foi limitada até 1 metro da profundidade máxima do ponto, para não coletar material de fundo, com rede de plâncton de malha de 20 e 64 μm , que foram lançadas concomitantemente. Para diminuição dos desvios gerados pela correnteza, uma poita de 1Kg ou mais foi fixada ao copo da rede. Em seguida, as amostras foram transferidas para recipientes contendo formaldeído neutralizado com tetraborato de sódio diluído em água do próprio reservatório e em concentração final equivalente a 4%. A quantidade e profundidade dos arrastos verticais foram anotados para posterior cálculo da estimativa do volume de água filtrada, dada pela fórmula:

$$V_f = \pi \cdot r^2 \cdot d \cdot n_a$$

Onde:

V_f = volume de água filtrada (m^3);

r = raio da rede;

d = a profundidade do arrasto e

n_a = quantidade de arrastos.

3.3 ANÁLISES LABORATORIAIS

No Laboratório de Oceanografia Biológica da Universidade Federal do Pará, o volume das amostras foi medido com o auxílio de uma proveta graduada. Em seguida, as amostras foram homogeneizadas e uma subamostra foi retirada com uma pipeta não-seletiva de Hensen-Stempel de 1 mL. A identificação e contagem foi realizada em esteromicroscópio, com o auxílio de uma lâmina de contagem do tipo Sedwick-Rafter. Um mínimo de 30 indivíduos para cada espécie do gênero *Keratella* foram selecionados e medidos. Quando este total de organismos não foi encontrado em uma alíquota de 1 mL, o processo foi repetido até um limite de 10% da amostra examinada (adaptado de Frontier 1981).

Neste estudo foram analisadas 48 amostras, sendo 24 para cada malha (20 e 64 μm). Em cada período hidrológico foram analisadas 12 amostras, cada uma referente a uma estação de coleta, nos meses de março e setembro de 2015, períodos chuvoso e seco, respectivamente. O teste estatístico de Mann-Whitney constatou que não houve diferenças entre os compartimentos montante e lago em relação à densidade de rotíferos do gênero *Keratella* ($p > 0,05$). Dessa forma considerou-se o lago e montante como um único compartimento.

A biomassa foi estimada através do método desenvolvido por Ruttner-Kolisko (1977), que consistiu em calcular o biovolume através das formas geométricas que mais se assemelham a forma do corpo da espécie selecionada. O peso seco foi estimado pelo cálculo do biovolume adotando o pressuposto de que 106 μm^3 equivale a 1 μg de peso úmido (Bottrell *et al.* 1976, Rossa 2001) e o peso seco como 10% do peso úmido (Pace & Orcutt 1981). O cálculo da densidade de organismos zooplancônicos foi realizado pela seguinte fórmula:

$$D (\text{org.m}^{-3}) = n \text{ contado} / f \text{ alíquota} / v_f$$

Onde:

D = número de organismos por metro cúbico;

n contado = número de espécies contada;

f alíquota = fração da análise da amostra em mililitros e

v_f = volume filtrado em metros cúbicos.

3.4 ANÁLISES DOS DADOS

Para verificar a normalidade e homocedasticidade dos dados foi utilizado o programa SigmaPlot® 11.0 e aplicados os testes de *Shapiro-Wilk* e *Levene*, respectivamente. Devido à ausência de homocedasticidade e normalidade, foi aplicado o teste não paramétrico de *Mann-Whitney* para comparar todas as variáveis. Os valores de p foram obtidos para cada teste, admitindo-se o grau de significância de 5%. A análise Permutacional de Variância (PERMANOVA) foi realizada para verificar a influência entre os diversos fatores como a compartimentação do ambiente (montante e jusante), os períodos hidrológicos (chuvoso e seco) e as malhas de coleta utilizadas (20 e 64 μm), sobre densidade, tamanho e biomassa dos

organismos, utilizando o software Primer 6 PERMANOVA+ (*Plymouth Routines in Multivariate Ecology Research*).

4 RESULTADOS

Uma vez que a densidade foi significativamente diferente entre os períodos seco e chuvoso, os resultados a seguir serão apresentados separadamente. Na comparação entre a eficiência de malhas de 64 e 20 μm durante o período chuvoso, foi possível observar diferenças significativas para biovolume, comprimento e largura de *Keratella cochlearis*, enquanto para *K. americana* não houve diferenças (Tabela 1). Durante o período seco, foi observado diferenças significativas somente para biovolume de *K. americana* e para o comprimento de *K. cochlearis*. Os maiores valores ocorreram para os organismos da rede de 64 μm , indicando que para essa rede, indivíduos do gênero *Keratella* foram maiores, seja em comprimento, largura e/ou biovolume.

Tabela 1: Resultados dos testes de significância (Mann-Whitney) para as dimensões dos rotíferos do gênero *Keratella* entre os tamanhos das redes de malha durante os períodos chuvoso e seco de 2015. Negrito: diferenças significativas.

	Espécies	Biovolume	Comprimento	Largura
<i>Chuvoso</i>	<i>K americana</i>	0,773	0,583	0,956
<i>20x64 μm</i>	<i>K. cochlearis</i>	0,016	0,001	0,039
<i>Seco</i>	<i>K. americana</i>	0,023	0,378	0,083
<i>20x64 μm</i>	<i>K. cochlearis</i>	0,174	0,01	0,715

Durante o período chuvoso, observou-se diferenças significativas apenas para *K. cochlearis* entre os compartimentos (jusante e montante) da região de estudo (Tabela 2). O comprimento foi diferente apenas na montante e a largura foi diferente apenas na jusante. No período seco, o biovolume e largura de *K. americana* foi diferente apenas na jusante. Os maiores valores foram encontrados para a rede de 64 μm , indicando que os organismos maiores, seja em suas dimensões e/ou biovolume, foram coletados pela maior rede.

Tabela 2: Resultados dos testes de significância (Mann-Whitney) entre as redes de malha de 20 e 64 μm nos compartimentos do reservatório durante o período chuvoso e seco. Negrito: diferenças significativas. Montante (Mont). Jusante (Jus). O X indica que não foi possível realizar o teste devido à ausência de organismos da espécie neste compartimento, para a rede de 20 μm .

<i>Variáveis</i>	Chuvoso				Seco			
	<i>K.americana</i>		<i>K.cochlearis</i>		<i>K.americana</i>		<i>K.cochlearis</i>	
	Mont	Jus	Mont	Jus	Mont	Jus	Mont	Jus
Biovolume	0,623	0,369	0,087	0,073	0,661	0,001	0,223	X
Comprimento	0,193	0,568	0,001	0,626	0,434	0,786	0,203	X
Largura	0,87	0,083	0,274	0,039	0,628	0,0002	0,483	X

Para a rede de 20 μm a densidade foi significativamente maior durante o período seco ($p = 0,011$), apresentando média e desvio padrão ($M \pm D.P$) de $2.346 \pm 4.286 \text{ org.m}^{-3}$, com máxima na montante em P4 ($15.326 \text{ org.m}^{-3}$) e mínima em P5 (8.803 org.m^{-3}) (Figura 2). Em contrapartida, para a rede de 64 μm foi observado ao contrário. Os maiores valores foram obtidos para o período chuvoso ($p = 0,011$), com $1.861 \pm 1.582 \text{ org.m}^{-3}$, com valor máximo e mínimo na montante (P3) e jusante (P9) respectivamente (Figura 3).

Densidade do gênero *Keratella* (20 μ m)

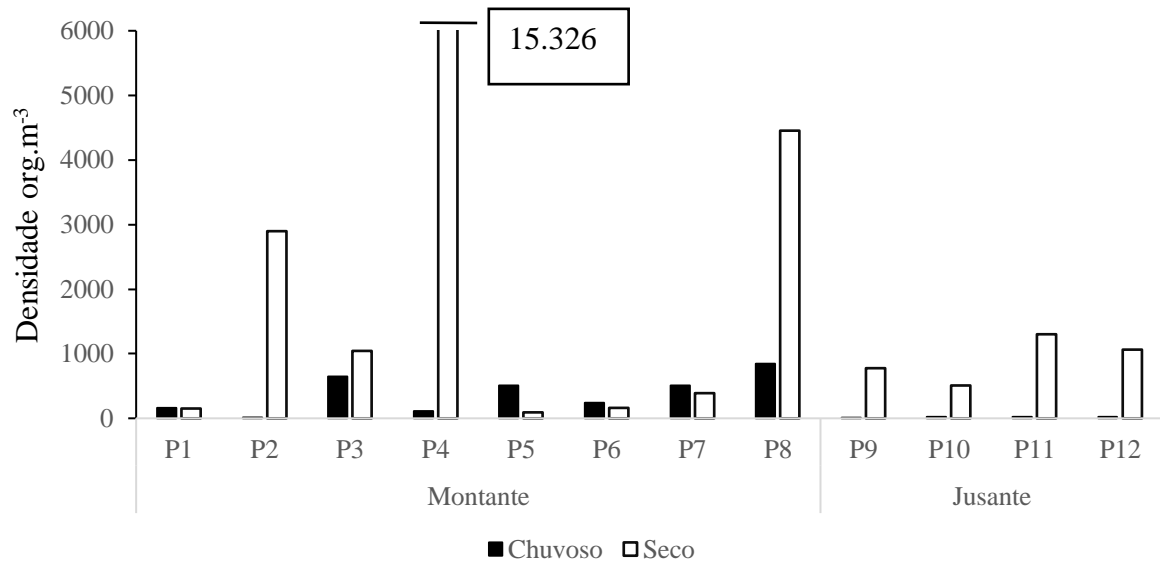


Figura 2: Densidade do gênero *Keratella* para a rede de malha de 20 μ m, durante o período chuvoso (março) e seco (setembro) de 2015.

Densidade do gênero *Keratella* (64 μ m)

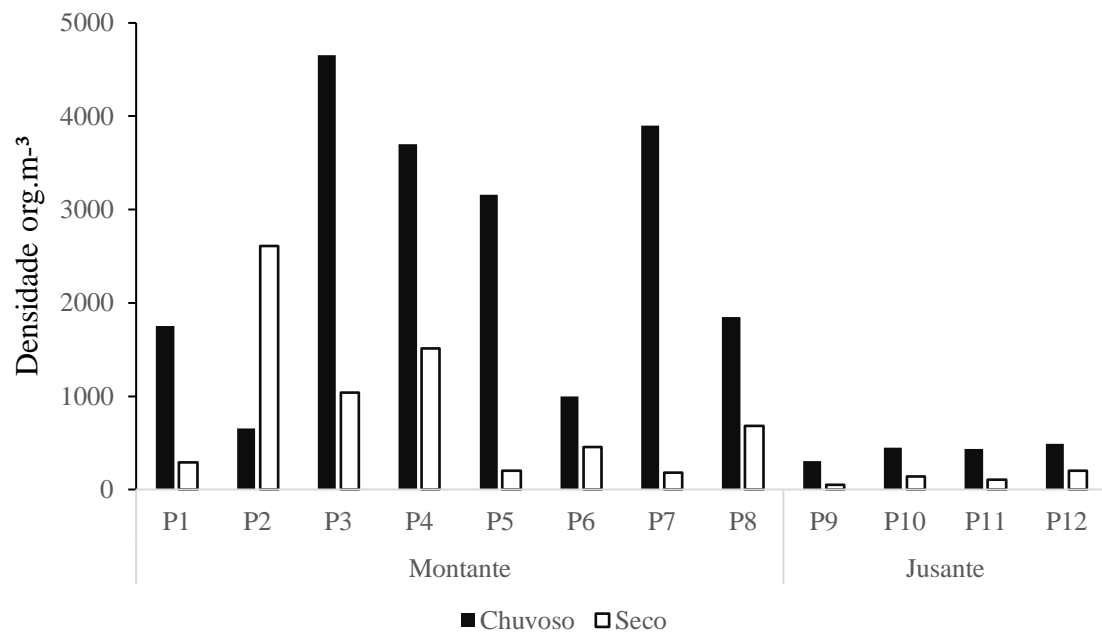


Figura 3: Densidade do gênero *Keratella* para a rede de malha de 64 μ m, durante o período chuvoso (março) e seco (setembro) de 2015.

Para a rede de 20 μ m, os valores de biomassa foram significativamente maiores para o período seco ($p = 0,006$), com $8,021 \pm 14,111 \mu\text{gPS.m}^{-3}$ máxima de 50,58 e mínima de 0,41 $\mu\text{gPS.m}^{-3}$ na montante (Figura 4). Contudo, para a rede de 64 μ m, os maiores valores de biomassa foram registrados durante o período chuvoso no mesmo compartimento, com $7,026 \pm 6,145 \mu\text{gPS.m}^{-3}$ ($p = 0,011$), com máxima de 17,57 $\mu\text{gPS.m}^{-3}$ em P3 e mínima de 1,11 $\mu\text{gPS.m}^{-3}$ em P9 (Figura 5).

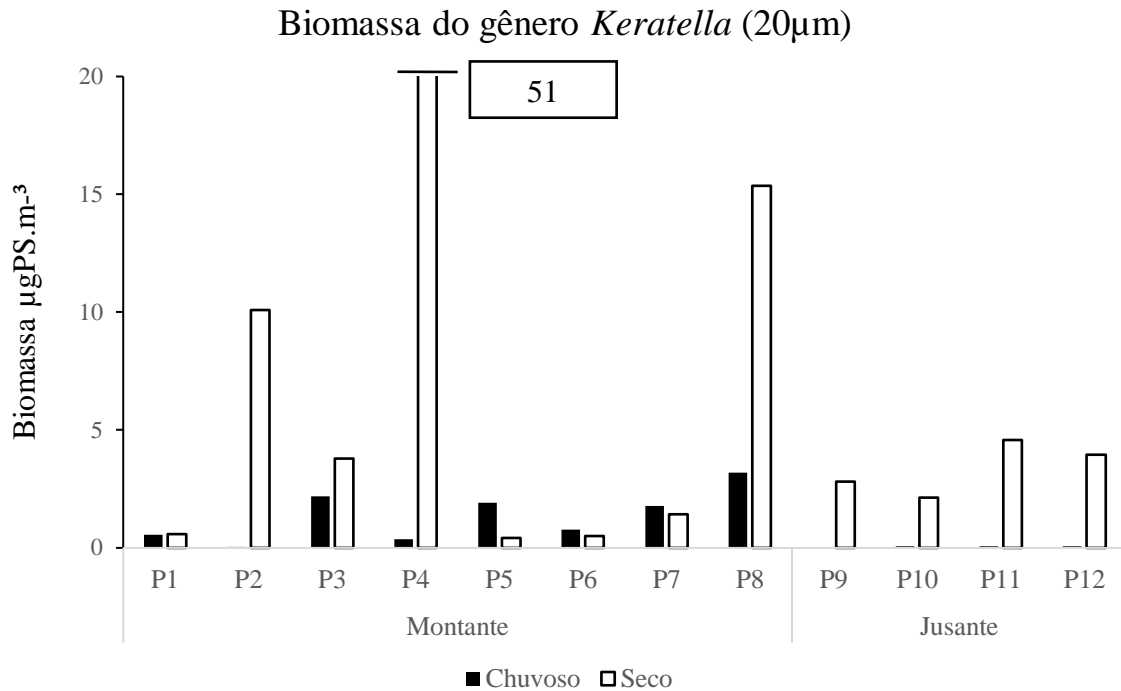


Figura 4: Biomassa do gênero *Keratella* para a rede de malha de 20 μ m, para o período chuvoso (março) e seco (setembro) de 2015 no reservatório de Tucuruí-PA.

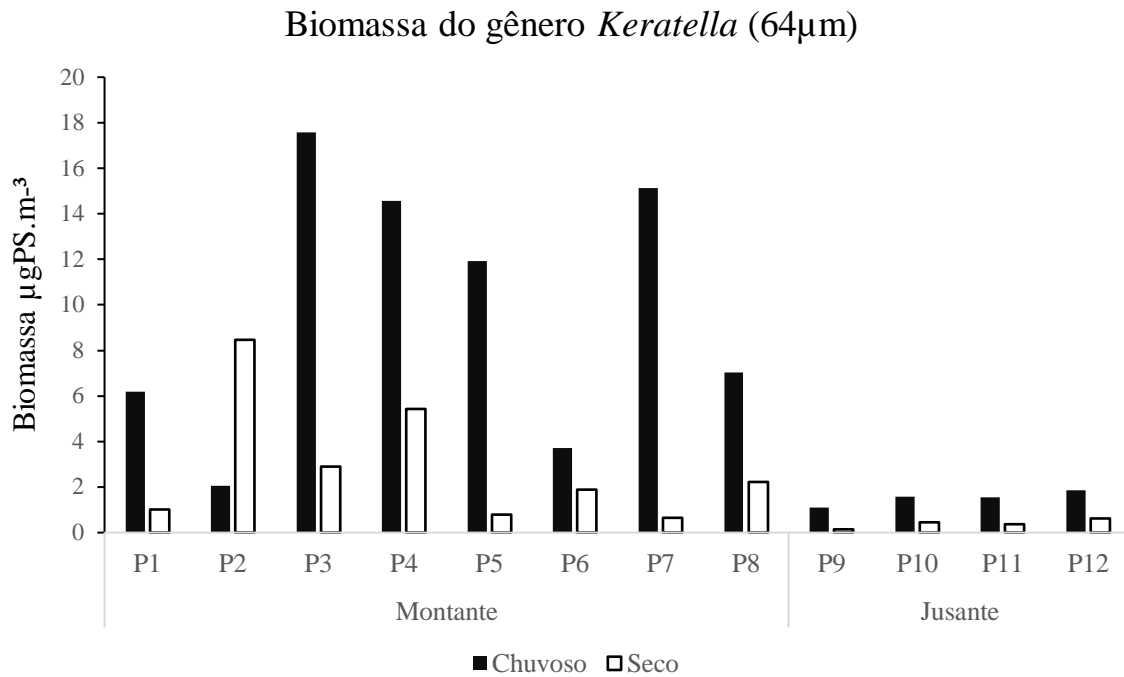


Figura 5: Biomassa do gênero *Keratella* para a rede de malha de 64 μ m, para o período chuvoso (março) e seco (setembro) de 2015 no reservatório de Tucuuruí - PA.

Não houve diferenças significativas para a biomassa ($p = 0,143$) e a densidade ($p = 0,138$) de *Keratella* entre as redes de malhas 20 e 64 μ m ($p > 0,05$). Para a rede de 20 μ m não houve diferenças significativas para densidade ($p = 0,327$) e biomassa ($p = 0,391$) entre os compartimento do reservatório. Entretanto, para a rede de 64 μ m, foi observado diferença significativa ($p < 0,05$) para densidade e biomassa entre os compartimentos do reservatório, com os maiores valores ocorrendo na montante.

Para comparar os dados de biomassa, densidade e dimensões dos organismos e suas interações entre os fatores como a sazonalidade (chuvoso e seco), os tamanhos de malha (20 e 64 μ m) e compartimentos da área de estudo (montante e jusante) uma PERMANOVA foi realizada. A análise realizada com a matriz de densidade (org.m^{-3}) mostrou diferenças apenas na relação período - compartimento ($p = 0,003$) (Tabela 3). A comparação entre os pares, mostrou que houve diferença significativa ($p = 0,005$) na montante para a rede de 64 μ m, com os maiores valores ocorrendo no período chuvoso. Para a jusante, a densidade na rede de 20 μ m foi maior durante o período seco, enquanto no período chuvoso a densidade foi maior na rede de 64 μ m. Durante o período chuvoso, os compartimentos foram diferentes significativamente para as duas redes, enquanto no período seco, essa diferença ocorreu apenas para a rede de 64 μ m e os maiores valores ocorreram sempre à montante.

Tabela 3: Resultados da análise permutacional de variância (PERMANOVA) das diferenças na densidade de rotíferos do gênero *Keratella* entre os tratamentos. Compartimentos (Co): Montante (M) e jusante (J). Períodos (Pe): chuvoso (C) e seco (S). Malhas (Ma). Negrito: diferenças significativas; df: grau de liberdade. SQ: Soma dos quadrados. MQ: Média dos quadrados.

Densidade	gf	SQ	MQ	Pseudo-F	P(perm)			
Ma	1	3182,7	3182,7	0,68958	0,659			
Pe	2	9360,6	4680,3	4,0065	0,0727			
Co	2	3258,2	1629,1	1,3946	0,395			
Pe(Ma) x Co(Ma)	2	2336,4	1168,2	5,7972	0,003			
Resíduo	40	8060,3	201,51					
Total	47	24287						

Teste de Pares	Montante				Jusante			
	20		64		20		64	
	t	p	t	p	t	p	t	p
C x S	1,2414	0,226	3,1118	0,005	4,6957	0,031	11,087	0,035
	Chuvoso				Seco			
	20		64		20		64	
	t	p	t	p	t	p	t	p
M x J	3,2273	0,01	4,7631	0,002	0,43804	0,731	2,477	0,019

Para a matriz de biomassa, foi observado diferenças significativas na relação período - compartimento ($p = 0,001$). O teste entre os pares mostrou diferenças na montante, para a rede de 64 μm ($p = 0,004$) e a jusante foi diferente significativamente para as duas malhas. Para a rede de 64 μm , a biomassa foi maior no período chuvoso e para a rede de 20 μm , no período seco. Durante o período chuvoso, os compartimentos foram diferentes entre si, para a rede de 20 e 64 μm . No entanto, durante o período seco, os compartimentos foram diferentes apenas para a rede de 64 μm ($p = 0,008$), com os maiores valores ocorrendo na montante (Tabela 4).

Tabela 4: Resultados da análise permutacional de variância (PERMANOVA) das diferenças de biomassa dos rotíferos do gênero *Keratella* entre os tratamentos. Compartimentos (Co): Montante (M) e jusante (J). Períodos (Pe): chuvoso (C) e seco (S). Malhas (Ma). Negrito: diferenças significativas. gf: Grau de Liberdade. SQ: Soma dos quadrados. MQ: Média dos quadrados.

Biomassa	gf	SQ	MQ	Pseudo-F	P(perm)			
Ma	1	7452,9	7452,9	0,77783	0,595			
Pe	2	21549	10774	1,7789	0,2161			
Co	2	13188	6593,8	1,0887	0,452			
Pe(Ma) x Co(Ma)	2	12113	6056,6	6,4249	0,001			
Resíduo	40	37707	942,68					
Total	47	86378						

Teste de Pares	Montante				Jusante			
	20		64		20		64	
	t	p	t	p	t	p	t	p
CxS	0,9753	0,389	2,857	0,004	6,2466	0,032	3,9339	0,03

	Chuvoso				Seco			
	20		64		20		64	
	t	p	t	p	t	p	t	p
MxJ	3,0002	0,011	4,2493	0,002	1,1312	0,25	2,7363	0,008

A matriz de biovolume não mostrou diferenças significativas para nenhum dos fatores estudados ou para a interação entre os fatores (Tabela 5).

Tabela 5: Resultados da análise permutacional de variância (PERMANOVA) das diferenças de biovolume de rotíferos do gênero *Keratella* e comprimento entre os tratamentos. Compartimentos (Co): Montante (M) e jusante (J). Períodos (Pe): chuvoso (C) e seco (S). Malhas (Ma). Negrito: diferenças significativas. gf: Grau de liberdade. SQ: Soma dos quadrados. MQ: Média dos quadrados.

Biovolume	gf	SQ	MQ	Pseudo-F	P(perm)
Ma	1	1170,2	1170,2	0,70038	0,585
Pe	2	3516,7	1758,4	7,6167	0,1345
Co	2	484,17	242,09	1,0487	0,437
Pe(Ma) x Co(Ma)	2	461,71	230,86	2,9698	0,069
Resíduo	40	3109,4	77,734		
Total	47	8280,5			

5 DISCUSSÃO

O ambiente amazônico é caracterizado por apresentar uma sazonalidade bem acentuada para o regime pluviométrico, sendo este um dos principais fatores para caracterizar o clima em regiões tropicais (De Souza *et al.* 2009). Segundo Satyamurty *et al.* (2012), as fontes de umidade da Bacia Amazônica estão situadas no Oceano Atlântico tropical Norte e Sul.

Os maiores valores de densidade e biomassa para a rede de 64 μm , foram observados durante o período chuvoso. Uma possível explicação para esse resultado é que variáveis climáticas como a precipitação controlam a entrada de nutrientes em ecossistemas aquáticos (Bishop *et al.* 2003, Navarro & Modenutti 2012). No período chuvoso, a precipitação favorece o processo de lixiviação, no qual os solos tendem a ficar mais encharcados e os nutrientes e outras substâncias são carregados pelo escoamento superficial (Rae *et al.* 2001, Zepp *et al.* 2011). Durante o período de menor precipitação ou em épocas mais secas, esse transporte diminui, junto com o menor volume de água (Melão 1999). Assim, a densidade e biomassa do gênero *Keratella* pode ser afetada pela mudança climática na região (Leite 2018), que consequentemente, influencia na troca de nutrientes entre o ambiente terrestre e o meio aquático (Etilé *et al.* 2008).

Em reservatórios é necessário entender os mecanismos de contenção das águas durante os períodos mais secos, nessa época do ano o tempo de residência da água no reservatório tende a aumentar, para que o funcionamento da usina mantenha bons níveis de produção de energia. Na UHE de Tucuruí, o tempo de residência médio da água é de 51 dias, entretanto nas regiões marginais pode ser superior a 130 dias (Eletronorte 1989). Em épocas mais chuvosas, o tempo de residência da água tende a diminuir, uma vez que deve haver um controle no volume de água do reservatório.

As condições limnológicas de um reservatório são muito sensíveis ao tempo de residência da água (Straskraba 1994). Em reservatório como o de Tucuruí, o elevado tempo de residência proporciona uma circulação restrita da água e favorece a formação de uma estratificação vertical (Negreiros *et al.* 2010). Segundo Marzolf (1990) quanto maior o tempo de residência, maior são as chances de espécies planctônicas se reproduzirem. A biomassa do zooplâncton aumenta com o aumento do tempo de residência da água e depois tende a se estabilizar (Baranyi *et al.* 2002). Sendo assim, o regime hidrológico, bem como o tempo de residência da água possivelmente contribuem para a ocorrência de maiores valores de densidade

e biomassa de *Keratella* durante o período menos chuvoso, para a rede de 20 μ m, o que também foi constatado por Zanata (2005).

Favareto *et al.* (2009) também comparou tamanhos de malhas diferentes para a densidade de Copepoda de águas continentais e constatou que organismos mais jovens (náuplios e copepoditos) ocorreram em maior frequência e abundância para redes menores (64 μ m), enquanto que os organismos adultos foram mais frequentes na rede com maior abertura (200 μ m). Isso pode ter ocorrido para o presente estudo, uma vez que organismos mais jovens tendem a ser menores que organismos adultos.

Os maiores valores de densidade e biomassa do gênero *Keratella* ocorreram na região a montante do reservatório, tanto no período seco como no chuvoso. Uma possível explicação para este padrão, além do tempo de residência que foi abordado anteriormente, é que na região de influência da UHE de Tucuruí existem grandes municípios sem o devido tratamento de esgoto (Juras *et al.* 2004). Em áreas próximas a montante do reservatório, pode-se encontrar diversas entradas de nutrientes de ação antrópica, o que pode modificar a biota de ecossistemas aquáticos (Navarro & Modenutti 2002). Vale ressaltar que em lagos artificiais, espécies de rotíferos são encontradas com maior abundância do que a de outros grupos do zooplâncton, devido as características lênticas desse ambiente (Matsumura-Tundisi *et al.* 1990) e por conseguirem se adaptar às alterações ambientais (Thomaz *et al.* 1997).

Sabe-se que utilização de tamanhos de malha clássicos como 200 μ m subestimam a densidade de copépodes marinhos (e.g. Galliene & Robins 2001). Com objetivo de evitar erros nas estimativas de densidade e biomassa em águas continentais, as redes de coleta de plâncton devem ser aplicadas utilizando dois diferentes tamanhos de malha, complementares entre si (Thomas *et al.* 2017), assim como foi feito no presente estudo. Tal recomendação é importante, pois organismos menores como rotíferos, muitas vezes são negligenciados por redes de coletas de macro- e/ou mesozooplâncton (Bottrell *et al.* 1976, Makarewicz & Likens 1979, Chick *et al.* 2010, Thomas *et al.* 2017).

Vale ressaltar que a utilização de diferentes redes, pode resultar em diferenças em relação a variação espacial do ambiente (Riccardi 2010), sazonalidade (Hopcroft *et al.* 2001; Miloslavich *et al.* 2014) e na composição da comunidade amostrada (Tosetto *et al.* 2019). No presente estudo, a comparação entre as redes de coleta resultou em diferenças significativas em comprimento, largura e biovolume de *K. cochlearis*, enquanto para *K. americana* as dimensões não tiveram tantas variações significativas. De forma geral, quando analisamos o gênero

Keratella, sem diferenciação das espécies estudadas, as duas redes de coleta diferiram entre os compartimentos do reservatório e sazonalmente.

Os resultados obtidos mostram que todas as dimensões (biovolume, comprimento e largura) de *K. cochlearis* foram diferentes entre as duas redes durante o período chuvoso, indicando que as redes de malha selecionaram organismos de tamanhos de diferentes. Segundo Ahlstrom (1943) é difícil lidar com variação de tamanho em *K. cochlearis*, principalmente em alguns habitats como lagoas e lagos, no qual o tamanho do organismo pode variar muito e isso está ligado principalmente a ciclomorfose. Em sua largura, *K. cochlearis* pode variar de 45 a 106 μm e de comprimento pode ir de 89 a 320 μm . Dessa forma, a rede de 20 μm pode ter selecionado organismos menores do que a rede de 64 μm , pois organismos menores podem ter sido subestimados pela rede de 64 μm .

Estudos comprovaram que algumas espécies de *Keratella* tem crescimento diferenciado na sua morfologia, não apenas pelas condições das localidades, como também pelas mudanças na sazonalidade (Lauterborn 1900). Os resultados demonstram que para *K. americana* foi observado diferenças significativas entre biovolume e largura, principalmente durante o período seco. Isso sugere que, durante o período seco, os organismos estavam se alimentando melhor, em razão da diminuição da coluna d'água, no qual os alimentos ficam mais concentrados, possivelmente aumentando a taxa de encontro com as partículas alimentares.

O presente trabalho sugere que os rotíferos do gênero *Keratella* podem ser selecionados quanto ao tamanho, quando se utiliza diferentes redes de coleta de plâncton. Porém, as duas redes possuem comportamento semelhante em relação à densidade de organismos capturados. O principal fator que permitiu diferenças foi o período hidrológico. A espécie *K. cochlearis* variou o seu tamanho, principalmente durante o período chuvoso e *K. americana*, no período seco. Existem poucos estudos na região amazônica que amostram de forma correta a comunidade zooplânctônica. Dessa forma, é necessário que mais estudos sejam realizados para aprimorar os resultados encontrados no presente trabalho, levando em consideração outras espécies de rotíferos.

7 CONCLUSÃO

De forma geral, as duas redes de coleta de plâncton selecionaram organismos de dimensões diferentes, seja durante o período seco e chuvoso, ou entre os compartimentos montante ou jusante. Contudo, essa seleção pode variar com ambientes e condições diferentes.

As duas espécies de rotíferos estudados diferiram principalmente, em períodos hidrológicos. *K. americana*, foi diferente em seu tamanho principalmente durante o período seco e *K. cochlearis*, foi diferente durante o período chuvoso. Essas diferenças também já foram constatadas para outros grupos zooplanctônicos. Sendo assim, isoladamente, existem diferenças entre os tamanhos dos organismos para cada rede, mas não foram observadas diferenças entre as malhas, para os valores de densidade e biomassa. Dessa forma a variação da sazonalidade e dos compartimentos foi mais importante sobre esses parâmetros, enquanto o método de coleta atuou apenas na seletividade em relação às dimensões dos organismos.

Espera-se que os resultados obtidos no presente estudo possam servir como base para outros autores, uma vez que, nos últimos anos, as coletas de plâncton subestimaram os rotíferos em relação ao seu espectro de tamanho. Apesar de isso ser comprovado, ainda existem trabalhos desenvolvidos com redes de coleta inapropriadas. Sendo assim, é necessário que se aplique a amostragem correta para esses organismos, uma vez que eles são um dos principais componentes do zooplâncton em ambientes de água doce.

REFERÊNCIAS

- Ahlstrom E.H. 1943. A revision of the rotatorian genus *Keratella* with descriptions of tree new species and five new varieties. *Bulletin of the American Museum of natural history* **80** :441-457.
- Allan, J. 1976. Life history patterns in zooplankton. *The American Naturalist*, Chicago **110**: 165-180.
- Aoyagui A. S. M., Bonecker C.C., Lansac-Tôha F. A., Velho L. F. M. 2003. Estrutura e dinâmica dos rotíferos no reservatório de Corumbá, Estado de Goiás, Brasil. *Acta Scientiarum: Biological Sciences* **25** (1):31-39.
- Baranyi C., Hein T., Holarek C., Keckeis S., Schiemer F. 2002. Zooplankton biomass and community structure in a Danube River floodplain system: effects of hydrology. *Freshwater Biology* **42**:473-482.
- Barbosa P.M.M., Brito S., Rietzler A.C. 2006. Diversidade do zooplâncton de Minas Gerais. *Revista Ciência Hoje* **38** (227): 67-73.
- Bezerra M. F. C.; Sena B. A., Martinelli-Filho J. E., Nakayama L., Ohash O. M. 2015. Composição e variabilidade da comunidade de rotifera em um reservatório tropical. *Boletim do Instituto de Pesca* **41**(3): 493-506.
- Bishop K., Seibert J., Kohler S., Hruska J., Cory N., Laudon H. 2003. Riparian Zone Controls on the Chemical Dynamics of DOC-Rich Runoff from a Boreal Hillslope with Transmissivity-Feedback Flow Paths. *Atna* 21–23. May 2003. NT Technical Report.
- Bottrell H. H., Duncan A., Gliwicz Z. M., Grygierek E., Herzig A., Hillbricht-Ilkowska A., Kurasawa H., Larsson P., Weglenska T. 1976. Are view of some problems in zooplankton production studies? *Norwegian Jornal Zoology* **24**: 419-456.
- Bozelli R. L., Huszar V. L. M. 2003. Comunidades fito- e zooplanctônicas em tempo de avaliação. *Limnotemas* **3**:1-32.
- Centrais Elétricas do Norte do Brasil, S/A (ELETRONORTE), 1989. Plano de utilização do reservatório: a pesca nas áreas de influência local e a jusante – caracterização preliminar (TUC 10-26443). Brasília. 124 p, (Relatório).
- Chick J. H., Levchuk A. P., Medley K. A., Havel J. H. 2010. Underestimation of rotifer abundance a much greater problem than previously appreciated. *Limnology and Oceanography Methods* **8**: 79-87.
- De Souza E. B., Lopes M. N. G., Rocha E. J. P. 2009. Precipitação climatológica sobre a Amazônia oriental durante o período chuvoso: observações e simulações regionais com o RegCM3. *Revista Brasileira de Meteorologia* **24**(2): 111-124.
- Dumont H. J. 1977. Biotic factors in population dynamics of rotifers. *Archiv Hydrobiologie Beihefte* **8**: 98-122.
- Dumont H. J., Segers H. 1996. Estimating lacustrine zooplankton species richness and complementarity. *Hydrobiologia* **341**:125-132.

- Etilé R.N., Kouassi A.M., Aka M.N., Pagano M., N'douba V., Kouassi N.J. 2008. Spatio-temporal variations of the zooplankton abundance and composition in a West African tropical coastal lagoon (Grand-Lahou, Côte d'Ivoire). *Hydrobiologia* **624**: 171–189.
- Favareto L. R., Perbiche-Neves G., Serafim-Júnior M., Sartori L.P. 2009. Selectivity of plankton nets over planktonic Copepoda in two sub-tropical estuaries. *Acta Limnologica Brasiliensia* **21** (1): 67-77.
- Frontier S. 1981. Diseño de muestros. In: Boltovskoy, D. (ed.), Atlas del Zooplancton de Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplâncton marino. INIDEP, Mar del Plata, 103–108 p.
- Galdino T.S., Gusmão L.M.O., Neumann-Leitão S., Silva T.A., Schwamborn R., Oliveira G.C. 2007. Zooplâncton como indicador da qualidade ambiental nas desembocaduras norte e sul do canal de Santa Cruz – Itamaracá – PE – Brasil. In: *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil*, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG.
- Galliene C. P., Robins D. B. 2001. Is *Oithona* the most important copepod in the world's oceans? *Journal of Plankton Research* **23** (12): 1421-1432.
- Gannon J.E., Stemberger R. 1978. Zooplankton (specially crustaceans and rotifers) as indicators of water quality. *Transactions of the American Microscopical Society* **97**:16-35.
- Henry R. *Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*. Botucatu: FAPESP/FUNDIBIO, 1999.
- Hickman C. P.; Roberts, L. S.; Keen, S. L.; Einsenhour, D. J.; Larson, A.; I'Anson, H. 2013. *Princípios integrados de Zoologia*. Guanabara Koogan.
- Hopcroft R.R., Roff J.C., Chavez F.P. 2001. Size paradigms in copepod communities: a re-examination. *Hydrobiologia* **453** (454): 133–141.
- Jackson D. C; Schmitz E.H. 1987. Zooplankton abundance in vegetated and non-vegetated areas: Implications for Fisheries Management. *Process of South Association of Fish Wildlife Agent* **41**: 214-220.
- Johnson D. L., Fogarty M. J. 2013. Intercalibration of MOCNESS and Bongo nets: Assessing relative efficiency for ichthyoplankton. *Progress in Oceanography* **108**: 43-71.
- Juras A. A., Cintra I. H. A., Ludovino R. M R. 2004. A pesca na área de influência da usina hidrelétrica de Tucuruí, Estado do Pará. *Boletim Técnico Científico CEPNOR, Belém* **4**: 77-88.
- Lauterborn R. 1900. Der Formenkreis von *Anurea cochlearis*. Ein Beitrag zur Variabilität bei Rotatorien. I. Morphologische Gliederung des Formenkreises. *Verh. Nat. hist.-Medizin. Ver. Heidelberg N. F.*, **6**: 412-448.
- Leite A. A. C. 2018. Variabilidade da comunidade de rotifera em um trecho sob influência de um reservatório na bacia Tocantins-Araguaia. MS Dissertation, Campus Universitário Altamira, Universidade Federal do Pará, 66 p.

- Makarewicz J.C., Likens G.E. 1979. Structure and function of the zooplankton community of Mirror Lake, New Hampshire. *Ecological Monography* **49**: 109–127.
- Marzolf R. G., 1990. Reservoir as environments for zooplankton. In: Thorton, K.W., B. L. Kimmel & F. E. Payne (eds). *Reservoir Limnology: ecological perspectives*. New York: John Wiley & Sons, 195-208 p.
- Matsumura-Tundisi T., Leitão N. S., Aguenta S. L., Miyahara J. 1990. Eutrofização da represa de Barra Bonita. *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro **50**(4): 923-935.
- Melão M. G. G., 1999. Desenvolvimento e aspectos reprodutivos de cladóceros e copépodos de águas continentais brasileiras. In: Pompêo, M. L. M. (Ed.) *Perspectivas na Limnologia do Brasil*. 198 p.
- Miloslavic M., Lucic D., Gangai B., Onofri I. 2014. Mesh size effects on mesozooplankton community structure in a semi-enclosed coastal area and surrounding sea (South Adriatic Sea). *Marine Ecology* **35**: 445–455.
- Navarro M. A. B., Modenutti, B. E. 2012. Precipitation patterns, dissolved organic matter and changes in the plankton assemblage in Lake Escondido (Patagonia, Argentina). *Hydrobiologia* **691**: 189-202.
- Negreiros N. F., M. J. dos Santos-Wisniewski, R. M. dos Santos & O. Rocha, 2010. The influence of environmental factors on the seasonal dynamics and composition of Rotifera in the Sapucaí River arm of Furnas Reservoir, MG, Brazil. *Biotaneotropica* **10**: 173-182.
- Nichols J.H., Thompson, A.B., 1991. Mesh selection of copepodite and nauplius stages of four calanoid copepod species. *Journal Plankton Research* **13** (3), 661–671.
- Pace M.L., Orcutt Jr J. D. 1981. The relative importance of protozoans, rotifers and ctenophores in a freshwater zooplankton community. *Limnology and Oceanography* **26**:822-830.
- Patalas K. 1971. Crustacean plankton communities in forty-five lakes in the Experimental Lakes Area, Northwestern Ontario. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* **28**: 231-244.
- Pereira A. P. S., Vasco A. N. do., Britto F. B., Mélo Júnior A. V., Nogueira E. M. de S. 2011. Biodiversidade e estrutura da comunidade zooplanctônica na Sub-bacia Hidrográfica do Rio Poxim. *Revista Ambiente e Água* **6**: 191-205.
- Rae R., Howard-Williams C., Hawes I., Schwarz A. M., Vincent W. F. 2001. Penetration of solar ultraviolet radiation into New Zealand lakes: influence of dissolved organic carbon and catchment vegetation. *Limnology* **2**: 79–89.
- Riccardi N., 2010. Selectivity of plankton nets over mesozooplankton taxa: implications for abundance, biomass and diversity estimation. *Journal of Limnology* **69**: 287–296.
- Rocha O., Sendacz S., Matsumura-Tundisi, T. 1995. Composition, biomass and productivity of zooplankton in natural lakes and reservoirs in Brazil. *Limnology in Brazil* 151-165 p.

Rossa D. C. 2001. Abundância e biomassa de rotíferos em diferentes ambientes lênticos da planície de inundação do alto rio Paraná (PR/MS). PhD Thesis. Universidade Estadual de Maringá. Maringá, Brasil, 39 p.

Ruttner-Kolisko A. 1977. Suggestions for biomass calculations of plankton rotifers. *Archiv für Hydrobiologie* **8**: 71-76.

Sameoto D., Wiebe P., Runge J., Postel L., Dunn J., Miller C., Coombs S. 2000. Collecting zooplankton. In: Harris, R.P., Wiebe, P.H., Lenz, J., Skjoldal, H.R., Huntley, M. (Eds.), ICES Zooplankton Methodology Manual. Academic Press, London/San Diego, 55–81 p.

Sampaio E. V., Rocha O., Matsumura-Tundisi T., Tundisi J.G. 2002. Composition and abundance of zooplankton in the limnetic zone of seven reservoirs of the Paranapanema River. *Brazilian Journal of Biology*, **62**: 525-545.

Santos T.G. dos., Gusmão L.M.O., Neumann-Leitão S., Cunha, A.G. 2009. da. Zooplâncton como indicador biológico da qualidade ambiental nos estuários dos rios Carrapicho e Botafogo, Itamaracá-PE. *Revista Brasileira Engenharia de Pesca* **4**(1): 44-56.

Satyamurty P., Da Costa C. P. W., Manzi A. O. 2012. Moisture source for the Amazon Basin: a study of contrasting years. *Theoretical and Applied Climatology* **111**: 195-209.

Segers H., 2008. Global diversity of rotifers (Rotifera) in freshwater. *Hydrobiologia* **595**: 49–59.

Schultes S., Lopes R. M. 2009. Laser Optical Plankton Counter and Zooscan intercomparison in tropical and subtropical marine ecosystems. *Limnology and Oceanography Methods* **7**:771-784.

Skjoldal H.R., Wiebe, P.H., Postel, L., Knutsen, T., Kaartvedt, S., Sameoto, D.D., 2013. Intercomparison of zooplankton (net) sampling systems: results from the ICES/GLOBEC sea going workshop. *Progress in Oceanography* **108**, 1–42.

Sperling E von. 1999. *Morfologia de lagos e represas*. Belo Horizonte: DESA/UFGM, 138 p.

Stemberger R.S. 1995. The influence of mixing on rotifer assemblages of Michigan lakes. *Hydrobiologia* **297**:149–161.

Straskraba M. 1994. Vltava cascade as teaching grounds for reservoir limnology. *Reservoir Limnology* **30**: 289-297.

Thomas S. M., Chick J. H., Czesny S. J. 2017. Underestimation of microzooplankton is a macro problem: One size fits all zooplankton sampling needs alterations. *Journal of Great Lakes Research* **23**: 91-101.

Thomaz S. M., Agostinho A. A., Hahn N. S. 2004. The Upper Paraná River and its Floodplain: Physical Aspects, Ecology and Conservation. Backhuys Publishers: Leiden, The Netherlands. 383 p.

Thorp J. H. Covich, A. 2010. *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates*. Elsevier. 187 p.

Tosetto E. G., Neumann-Leitão S., Nogueira Júnior M. 2019. Sampling planktonic cnidarians with paired nets: Implications of mesh size on community structure and abundance. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **220**: 48-53.

Tundisi J. G., Matsumura-Tundisi T., Henry R., Rocha O., Hino K. 1988. Comparação do estado trófico de 23 reservatórios do Estado de São Paulo: Eutrofização e manejo. In: Tundisi J. G. (ed.) *Limnologia e manejo de barragens. Série Monografias em Limnologia/USP*.

Zanata L.H. 2005. Distribuição das populações de Cladocera (Branchiopoda) nos reservatórios do médio e baixo Rio Tiête: uma análise espacial e temporal. PhD Thesis, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 282 p.

Zepp R.G., D.J.Erickson Iii D.J., Paul N. D., Sulzberger B. 2011. Effects of solar UV radiation and climate change on biogeochemical cycling: interactions and feedbacks. *Photochemical & Photobiological Sciences* **10**(2): 261–279.

**APÊNDICE A – DADOS REFERENTES A COORDENADAS DOS PONTOS E
PROFUNDIDADE DAS COLETAS DURANTE OS MESES DE MARÇO E
SETEMBRO DE 2015. Prof: profundidade**

Pontos	Latitude	Longitude	Prof. 03/2015 (m)	Prof. 9/2015 (m)
P1	-3,86056	-49,6322	20	10
P2	-4,55	-49,4389	13	10
P3	-4,41056	-49,5103	20	10
P4	-4,21861	-49,5103	18	10
P5	-4,2325	-49,7689	9	10
P6	-3,95333	-49,5169	13	10
P7	-3,82389	-49,7475	20	10
P8	-3,78806	-49,5669	20	10
P9	-3,82917	-49,6481	18	10
P10	-3,81167	-49,6422	10	10
P11	-3,7325	-49,6625	11	10
P12	-3,44639	-49,6086	13	10