



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
CURSO DE BACHARELADO EM BIOLOGIA**

**ANA BEATRIZ LOUZADA SILVA**

**Caracterização da comunidade zooplancônica e sua relação com a qualidade da  
água da estação de piscicultura da UHE-Pedra do Cavalo, Cachoeira, Bahia**

**CRUZ DAS ALMAS - BA**

**2019**

ANA BEATRIZ LOUZADA SILVA

**Caracterização da comunidade zooplancônica e sua relação com a qualidade da água da estação de piscicultura da UHE-Pedra do Cavalo, Cachoeira, Bahia**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado ao curso de Bacharelado em Biologia do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Biologia.

Orientador: Prof. Dr. Moacyr Serafim Junior

CRUZ DAS ALMAS

Fevereiro de 2019

ANA BEATRIZ LOUZADA SILVA

**Caracterização da comunidade zooplanctônica e sua relação com a qualidade da água da estação de piscicultura da UHE-Pedra do Cavalo, Cachoeira, Bahia**

Relatório final, apresentado a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como parte das exigências para a obtenção do título de bacharela em biologia.

Aprovado em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Moacyr Serafim Junior  
Orientador

---

Prof. Dra. Carla Fernandes Macedo  
1º membro

---

Prof. Dr. José Arlindo Pereira  
2º membro

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus avós Zelita e Cristino pelo amor, por todo apoio e grande esforço pra me manterem aqui, sem vocês nada disso seria possível.

Às minhas tias Cris, Claudia e Mary e minhas primas Carol e Maria pela compreensão, por serem exemplos de determinação, e por todo incentivo que me deram durante essa jornada.

À UFRB pela formação acadêmica e oportunidade de viver nesse ambiente que só me fez crescer.

Ao meu orientador Moacyr pela orientação, conhecimento compartilhado e paciência.

Aos meus professores pela dedicação e excelente formação que me proporcionaram.

À Bahia Pesca e ao Coordenador da estação Felipe Vieira por permitirem que o trabalho fosse realizado na estação.

À Thais e Luan pela ajuda e paciência para me ensinar as metodologias.

Aos colegas Lincon, Marcão, Yves, Luis e Breno pela gentileza de me ajudarem nas coletas.

À minha amiga Adriane que foi a melhor companheira de apartamento que eu poderia ter, pelos conselhos e por estar sempre do meu lado.

Aos meus amigos Cris, Évelin, Halls, Nátali e Ray pela amizade, por estarem sempre ao meu lado me incentivando, aconselhando e me apoiando nas minhas decisões.

Sou muito grata a todos que me ajudaram e estiveram ao meu lado durante essa jornada.

## SUMÁRIO

1. Introdução .....	11
2. Revisão bibliográfica .....	13
2.1 Recursos hídricos .....	13
2.2 Piscicultura no Brasil .....	13
2.3 Alevinagem .....	14
2.4 Impactos causados pela piscicultura na qualidade da água .....	16
2.5 Parâmetros de qualidade da água e Índice de Estado Trófico .....	17
2.6 Comunidades zooplânctonica .....	19
2.6.1 Rotífera .....	20
2.6.2 Cladocera .....	20
2.6.3 Copepoda .....	21
3. Objetivos .....	22
3.1 Objetivo geral .....	22
3.2 Objetivos específicos .....	22
4. Material e métodos .....	23
4.1 Área de estudo .....	23
4.2 Descrição dos locais.....	24
4.3 Coletas de dados físico-químicos .....	25
4.4 Coletas e identificação do zooplâncton .....	26
4.5 Análises dos dados .....	27
5. Resultados e discussão .....	28
6. Conclusão .....	44
7. Referências.....	45

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Imagem de satélite da Estação de Piscicultura Rodolph Von Ihering.....	23
<b>Figura 2.</b> Canal de escoamento da piscicultura .....	25
<b>Figura 3.</b> Amostras de uma das etapas das análises de: a) Clorofila-a. b) fósforo c) Nitrito e Amônia .....	26
<b>Figura 4.</b> Coleta do zooplâncton utilizando rede de zooplâncton .....	26
<b>Figura 5.</b> Representantes mais frequentes de rotífera. A) <i>Brachionus calyciflorus</i> B) <i>B. havanaensis</i> C) <i>Keratella tropica</i> .....	29
<b>Figura 6.</b> Representantes de: Cladóceras: A) <i>Moina micrura</i> e Copépoda: B) Náuplio e C) Copepodito .....	29
<b>Figura 7.</b> Atributos da comunidade: A) Riqueza de táxons; B) equabilidade e C) diversidade.....	32
<b>Figura 8.</b> Representantes de: A) <i>Polyarthra vulgaris</i> B) <i>Brachionus angulareis</i> C) <i>Epiphanes clavatula</i> .....	33
<b>Figura 9.</b> Valores de abundância (org./ m <sup>3</sup> ) registrados nos locais de coleta.....	33
<b>Figura 10.</b> Valores de Temperatura mínima, média e máxima, registrados nos pontos de coleta. A) espacial. B) Temporal.....	34
<b>Figura 11.</b> Valores de Oxigênio (mg/L) médios, máximos e mínimos registrados nos pontos de coleta. A) espacial e B) temporal .....	35
<b>Figura 12.</b> Valores de pH médios, máximos e mínimos registrados nos pontos de coleta. A) espacial e B) temporal .....	36
<b>Figura 13.</b> Valores de Clorofila-a (mg/l) médios, máximo e mínimos registrados nos pontos de coleta. A) espacial e B) temporal .....	37
<b>Figura 14.</b> Valores de Fósforo (mg/l) médios máximos e mínimos, registrados nos pontos de coleta.....	38
<b>Figura 15.</b> Valores de Amônia (mg/l) médios, máximos e mínimos registrados nos pontos de coleta. A) espacial e B) temporal .....	39

<b>Figura 16.</b> Valores de Nitrito (mg/l) médios, mínimos e máximos registrados nos pontos de coleta. A) espacial e B) temporal.....	40
<b>Figura 17.</b> Valores de Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ ) médios, máximos e mínimos registrados nos pontos de coleta. A) espacial e B) temporal.....	41

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Lista de táxons e frequência de ocorrência .....	30
<b>Tabela 2.</b> Relação da média dos parâmetros dos locais estudados com os valores máximos permitidos pela Resolução CONAMA 357/05. ....	42
<b>Tabela 3.</b> Classificação do estado trófico com ponderação para fósforo e clorofila segundo o Índice de Carlson (1977), modificado por Lamparelli (2004) para lagos e reservatórios.....	42
<b>Tabela 4.</b> Classificação do estado trófico dos locais de acordo com os valores encontrados para cada local. ....	43



## RESUMO

O estudo foi realizado na estação de piscicultura da Pedra do Cavalo, Cachoeira, BA, com coletas semanais nos meses de setembro e novembro, totalizando 6 coletas. O tempo de amostragem refere-se ao tempo de desenvolvimento das larvas até o estágio juvenil, quando estes já estão prontos para serem comercializados. Foram coletados parâmetros físico-químicos e biológicos da água como: temperatura, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, amônia, nitrito, fósforo total e clorofila-*a* de três tanques e dos canais de drenagem e de captação da água, para comparação entre os locais. A colonização zooplânctônica também foi registrada e identificadas em nível de espécie para os grupos de cladoceros e rotíferos e nível de grandes grupos para os copepodes, sendo a coleta desses organismos feita através de uma rede de plâncton. Alguns parâmetros físico-químicos foram coletados *in situ* com a utilização de uma sonda multiparâmetros. Foram coletadas amostras de água para análise de amônia, nitrito, fósforo e clorofila-*a* em laboratório. Os locais estudados foram classificados como supereutróficos e hipereutróficos de acordo com o Índice de Estado Trófico. Foi verificado uma dominância do grupo Rotífera nos locais amostrados, grupo frequentemente associado à eutrofização de corpos hídricos. Entre os copépodos, as formas de náuplio e copepodito foram mais frequentes que as formas adultas.

Palavras-chave: Eutrofização, efluente, rotíferos, copépodos.

## ABSTRACT

The study was carried out at Pedra do Cavalo fish farm, Cachoeira, Ba, with weekly collections in the months of September and November, totaling 6 samples. Sampling time refers to the development time of the larvae to the stage of the fingerlings, when they are ready to be marketed. The physical-chemical and biological parameters of the water were collected as: temperature, dissolved oxygen, pH, electrical conductivity, ammonia, nitrite, total phosphorus and chlorophyll a of three tanks and drainage and water channels for comparison between locations. The zooplanktonic colonization was also recorded and identified at species level for cladocerans and rotifers groups and at the large group level for the copepods, the collection of these organisms was done through a plankton net. Some physico-chemical parameters were collected in situ with the use of a multiparameter probe. Water samples were collected for analysis of ammonia, nitrite, phosphorus and chlorophyll a in the laboratory. The sites studied were classified as supereutrophic and hypereutrophic according to the Trophic State Index. A dominance of the rotifer group was verified in the sampled places, a group frequently associated with eutrophication of water bodies. Among copepods, nauplii and copepodite forms were more frequent than adult forms.

Key words: Eutrophication, effluent, rotifers, copepods.

## 1. INTRODUÇÃO

A aquicultura é o sistema de produção animal que mais vem crescendo no mundo (COSTA, 2015; BRASIL, 2018). A piscicultura é uma modalidade da aquicultura que consiste na criação de peixes em ambientes artificiais. De acordo com a FAO (2016), até 2025 estima-se que o Brasil irá aumentar 104% na produção de pesca e aquicultura, a estimativa para este mesmo período é que a produção mundial alcance 195,9 milhões de toneladas, um crescimento de 17% em relação à produção de 2013 a 2015. Entretanto atrelado a este crescimento há um impacto negativo ao ambiente (FILHO & MAIA, 2017), uma vez que causa impactos na qualidade da água e na biodiversidade devido à utilização de rações, antibióticos e defensivos contendo compostos nitrogenados e fosfatados (CARDOSO, 2016).

Quando a piscicultura não é realizada adequadamente utilizando as devidas concentrações recomendadas para o manejo, acarreta em graves problemas de poluição e eutrofização, uma vez que toda a matéria orgânica que entra e que é produzida durante o cultivo, retorna ao meio ambiente afetando o ecossistema (LOPES, 2017). De acordo com a carga de nutrientes os ecossistemas aquáticos são classificados como oligotrófico, mesotrófico, eutrófico e hipertrófico (BRITO, 2009). A eutrofização é um processo que acelera a floração de algas e pode gerar desequilíbrio na ecologia do sistema, pode ocorrer naturalmente, sendo a ocorrência artificial mais comum devido a atividades antrópicas. De acordo com Macedo e Sipaubá-Tavares (2010), as principais fontes causadoras de eutrofização artificial são: efluentes domésticos, industriais e atividades agrícolas, englobando também sistemas de criação de organismos aquáticos.

Os fertilizantes são componentes muito comuns na aquicultura, utilizados para induzir a produção de plâncton, entretanto eles podem contaminar a água e o solo, e em alguns casos alcançam os lençóis freáticos, ocasionando impactos sobre toda uma cadeia trófica.

O zooplâncton é o consumidor primário e atua como elo entre produtores e consumidores, isto por que a maioria das espécies de peixes se alimenta do plâncton nas primeiras semanas de vida devido à granulometria das rações (FARIA et al., 2000). A referida comunidade tem importância na dinâmica do ecossistema aquático e está ligada à ciclagem de nutrientes e no fluxo de energia (TEIXEIRA, 2015). Esses organismos também são utilizados como bioindicadores de qualidade de água por apresentarem

grande sensibilidade as variáveis ambientais devido ao curto ciclo de vida e grande ocorrência no meio aquático (CARDOSO, et al., 2016; VEADO, 2008). Assim, conhecer a comunidade zooplanctônica presente nos tanques de larvicultura subsidia a qualidade do alimento natural e indica o nível trófico do sistema de cultivo (MACEDO E SIPAÚBA-TAVARES, 2005).

O monitoramento ambiental na piscicultura deve ser embasado em políticas efetivas de gestão ambiental, o não cumprimento pode levar a burocracias para seu desenvolvimento. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos na legislação vigente (BRASIL, 1986). Assim, é necessário conhecer o nível máximo de produção suportável pelo ambiente e atender às exigências estabelecidas para mitigar os impactos causados ao ambiente (FEIDEN, et al., 2015).

Na estação de piscicultura da UHE Pedra do Cavalo, o sistema utilizado na criação de peixes é intensivo. Segundo Diemer et al. (2010), esse sistema otimiza a produção, porém pode trazer ameaças à qualidade da água quando não praticada de forma sustentável, resultando em prejuízos financeiros e ambientais. Portanto o presente trabalho objetivou realizar um levantamento de informações limnológicas dos tanques de alevinagem, do canal de captação da água e do efluente com finalidade de comparar a qualidade da água das do canal de escoamento, do canal de captação e dos tanques relacionando com a comunidade zooplanctônica.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 RECURSOS HÍDRICOS

A água é o constituinte inorgânico mais abundante na matéria viva. Três quartos da superfície da terra são recobertas por água, sendo 97% de água salgada, 2,2% em forma de geleiras e 0,8% é de água doce que se distribui da seguinte forma: 97% correspondem à água subterrânea e apenas 3% estão disponíveis na superfície (VON SPERLIING, 1996). O termo “recursos hídricos” remete ao uso da água como um bem econômico, já o termo “água” diz respeito ao elemento natural desprovido de utilização econômica (MILLANI, 2007). Os principais usos da água no Brasil são: irrigação, abastecimento humano e animal, indústria, geração de energia, mineração, aquicultura, navegação, turismo e lazer (BRASIL, 2018).

Segundo dados da Agência Nacional das Águas (ANA), a média anual de água retirada para uso é de 2 083 m<sup>3</sup>/s e a previsão é que até 2030 esse valor aumente 24%. O total de água consumida é de 1 158 m<sup>3</sup>/s, sendo que mais da metade (cerca de 792,1 m<sup>3</sup>/s) é destinada a irrigação, a água consumida não retorna diretamente aos corpos hídricos (BRASIL, 2018). A água tem grande importância ecológica, uma vez que toda a vida depende inteiramente dela (CARDOSO, et al., 2008).

### 2.2 PISCICULTURA NO BRASIL

A produção de peixes vem crescendo em nível global, destacando-se como setor de grande importância econômica (SAMPAIO, 2013; FAO, 2018). O Brasil foi responsável pela produção de 691.700 toneladas de peixes em 2017, apresentando um crescimento de 8% em relação ao ano anterior, as espécies que mais se destacam neste cenário são a tilápia e o tambaqui. O Brasil é o quarto maior produtor de tilápias do mundo. A Bahia está entre os cinco estados responsáveis por esse índice (BRASIL, 2019).

O potencial hídrico e disponibilidade de bacias hidrográficas do Brasil proporcionam condições favoráveis ao desenvolvimento da aquicultura no país (LOUREIRO et al., 2011), viabilizando o investimento em técnicas de cultivo para ampliar a produção. A diversidade de espécies nativas com alto potencial econômico e

fatores climáticos favoráveis lhes dão vantagem para o cultivo de peixes (CORDEIRO, 2014). Projeções apontam incremento no setor, estimando que o país deva registrar crescimento de 104% na pesca e aquicultura até 2025 (FAO, 2018).

A piscicultura pode significar uma excelente atividade de lazer e valor econômico agregado e ainda ser uma medida eficiente de preservação da natureza desde que o planejamento e as técnicas de manejo sejam adequados à realidade de cada região. Quando isto não acontece, acaba provocando o processo de eutrofização que começa nos tanques de cultivo.

A atividade está em processo de transição, passando de uma fase artesanal com baixos índices de controles econômicos, para o desenvolvimento em escala industrial (GUERREIRO et al., 2014). Uma das vantagens da piscicultura em relação à captura de peixes em ambiente natural para comercialização está ligada à grande demanda atrelada ao controle da produção principalmente quando os “estoques” naturais estão baixos. Além de proporcionar subsídio alimentar rico em nutrientes para milhões de pessoas, a piscicultura ainda é uma excelente alternativa para combater a fome de populações de baixa renda, pois disponibiliza proteína de boa qualidade e gera empregos (SCHALCH, 2013; REIS, 2015). De acordo com Morais et al. (2015) o Brasil produziu cerca de 1,25 milhões de toneladas de pescado, onde 38% é fruto do cultivo, gerando em torno de 5 bilhões de reais no Produto Interno Bruto (PIB).

A água utilizada na aquicultura está dividida em três categorias, a primeira é a água de origem, oriunda de uma fonte, nascente, represa, lago ou córrego que abastece o sistema de criação, a água de uso é a que é utilizada na criação e por fim a água de lançamento é a água residual, resultante do sistema de criação (SILVA et al., s/d). A água para criação de organismos aquáticos com baixa qualidade compromete o próprio empreendimento, isso por que os animais necessitam de uma água com índices ideais para que os processos metabólicos funcionem adequadamente, portanto o monitoramento eficiente da qualidade da água é fundamental para o sucesso desta atividade (KUBTZA, 2003; COSTA, 2015; SILVA et al., 2015; FILHO; MAIA, 2017).

### 2.3 ALEVINAGEM

A produção de pós-larvas de peixes, é a primeira etapa na criação de peixes, posterior, vem a fase de juvenil, onde os peixes já se assemelham aos adultos da sua espécie e quando atingem o tamanho e o peso ideal, poderão ser comercializados para a recria e a engorda. Essa etapa é realizada em tanques especializados que são responsáveis, exclusivamente, pela produção dos alevinos de forma eficiente. Os tanques que recebem as pós-larvas de peixes, devem ser previamente preparados. Esta etapa consiste respectivamente na drenagem e calagem ficando exposto ao ar por 3 a 5 dias, posteriormente realiza-se o enchimento dos tanques e a adubação que irá promover alimento natural para as pós-larvas, entretanto, seu uso indiscriminado, é um erro comum no preparo dos tanques, levando ao declínio no oxigênio dissolvido e desenvolvimento exacerbado de fitoplâncton alterando o pH (KUBITZA, 2008).

Na natureza a natalidade das larvas não chega a 1%, já no sistema artificial de cultivo, cerca de 20 a 70% das larvas viram juvenis. (BOCK & PADOVANI, 2000). É comum as pisciculturas se especializarem em produzir mais de uma espécie, todavia, é mais vantajoso ao produtor, fazer a produção de um número reduzido de espécies, por haver um maior domínio na tecnologia da produção para as espécies (GUERREIRO, 2014).

Para que se possa ter êxito no processo de criação, deve-se conhecer a origem da água de abastecimento, e utilizar filtros evitando acesso de organismos indesejados. Além disso, é importante que os instrumentos utilizados no manejo sejam esterilizados para evitar transferência de patógenos. A imunologia do peixe é comprometida quando os parâmetros de qualidade da água estão fora dos limites de tolerância (TAVARES-DIAS et al., 2013). No processo de alimentação dos juvenis, é importante investir em ração cujos nutrientes são facilmente digestíveis, pois influencia na produtividade e desenvolvimento dos peixes, além de reduzir os resíduos nitrogenados excretados na água, minimizando a poluição da água (MARTINS & CALDEIRA, 2016).

O excesso de fitoplâncton nos tanques de cultivo de organismos aquáticos, afeta a quantidade de oxigênio disponível na água, gerando assim danos como obstrução das brânquias de peixes que pode leva-los à morte (MACEDO; SIPAUBA-TAVARES 2010), isso se agrava ainda mais quando verificado em pós-larvas e alevinos, visto que seus tamanhos diminutos requerem uma água mais limpa para que a mesma flua com eficiência durante a respiração branquial sem que haja oclusão desta estrutura.

## 2.4 IMPACTOS CAUSADOS PELA PISCICULTURA NA QUALIDADE DA ÁGUA

As diferentes modalidades da aquicultura podem gerar impactos ambientais (BARBIERI et al., 2014). A resolução nº 001 de 1986 do CONAMA considera impacto ambiental “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais” (BRASIL, 1986). As diferentes modalidades da aquicultura como a malacocultura, carcinicultura, e piscicultura podem gerar impactos ambientais (BARBIERI et al., 2014).

Barbieri et al. (2014) trazem que o impacto ao ambiente ocorre através dos seguintes processos: consumo de recursos naturais, processo de transformação e geração de resíduos. Os impactos que a aquicultura pode trazer são classificados como: interno, quando interferem apenas no próprio sistema, local quando o impacto se estende a um quilômetro à jusante do descarte do efluente ou regional quando os efeitos se expandem há vários quilômetros da descarga do efluente (SILVERT, 1992; HENRY-SILVA & CAMARGO 2008).

A piscicultura é a maior consumidora de recursos naturais não renováveis (MILLANI, 2007), o autor ressalta que todas as atividades de produção provocam impactos ambientais, principalmente quando não executado de forma sustentável. A quantidade de ração e os processos fisiológicos dos peixes, como excreção e respiração influenciam na qualidade da água. Hurtado et al. (2018) destacam que a densidade de peixes e o manejo aplicado durante a produção como adubação e arraçoamento são fatores que levam a degradação da qualidade da água da piscicultura, uma vez que modifica a ecologia do sistema de cultivo. A medida que a produção piscícola se expande, os impactos negativos sobre o ambiente tendem a aumentar também (HENRY-SILVA & CAMARGO, 2008). Segundo Oliveira et al. (2006), é impossível produzir sem promover alteração no ambiente, todavia, os danos podem e devem ser minimizados e mitigados de modo que essas alterações sejam reversíveis.



Entre os principais impactos causados pela piscicultura, destacam-se o acúmulo de matéria orgânica e dos nutrientes: fósforo e nitrogênio (FAVACHO et al., 2017). 3/4 do nitrogênio presente na ração consumida pelos peixes ficam retidos na água, apenas um quarto é incorporado por eles (DAMATO & BARBIERI, 2011). Em relação ao fósforo, 4/5 vão para a água. No cultivo intensivo, a excreção dos peixes é um fator bastante agravante na geração de resíduos orgânicos, pois cerca de 30% da ração ingerida volta para a água em forma de fezes (KUBITZA, 1998).

## 2.5 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA E ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO (IET)

Existem diversos parâmetros de qualidade para se caracterizar uma água, deste modo, são usados indicadores específicos para os diferentes usos (BRASIL, 2014), considerando as substâncias contidas nela e suas respectivas concentrações (GLORIA, 2017). Para alguns fins apenas a análise dos parâmetros físico-químicos da água são insuficientes quando analisados sem associação com variáveis biológicas (LOPES, 2017). Os impactos gerados nos ecossistemas aquáticos refletem diretamente na sua qualidade e conseqüentemente nos organismos que os compõem (TUNDISI & MATSMURA- TUNDISI, 2008).

A temperatura é o fator ecológico mais importante no ambiente aquático (GALLI & TORLONI, 1984), isto por que o metabolismo dos organismos aquáticos bem como as reações químicas que acontecem na água sofre influência marcante da temperatura (BRASIL, 2014).

O teor de oxigênio dissolvido na água é inversamente proporcional a temperatura, desse modo, quanto mais alta a temperatura, menor o oxigênio (GALLI & TORLONI, 1984). O oxigênio dissolvido é vital para a vida aquática e deve ser monitorado diariamente, pois facilita a prevenção da ocorrência de valores críticos que prejudiquem o cultivo (KUBITZA, 1998). As principais fontes de oxigênio na água são: fotossíntese e ar atmosférico, por isso, as maiores concentrações desse gás na água são encontradas no meio da tarde e vai declinando conforme a luz vai diminuindo cessando a fotossíntese (GALLI & TORLONI, 1984). Águas poluídas apresentam baixos níveis de oxigênio dissolvido, isto por que ele é consumido no processo de decomposição da

matéria orgânica (BRASIL, 2018) e a luz não consegue penetrar a coluna d'água para a realização da fotossíntese.

Os processos de respiração e fotossíntese podem causar oscilações na quantidade de oxigênio e gás carbônico na água, quando o gás carbônico apresenta valores elevados altera também o pH que se torna mais ácido e isto interfere diretamente no metabolismo dos peixes, levando a mortandade principalmente na fase da larvicultura (KUBITZA, 1998).

O potencial hidrogeniônico (pH) refere-se a proporção entre a concentração de íons de hidrogênio ( $H^+$ ) e oxidrila ( $OH^-$ ) de modo que quanto mais íons  $H^+$  no meio, mais ácido ele tende a ser (GALLI & TORLONI, 1984). A calagem inicial dos tanques é importante para corrigir o pH do solo e manter a alcalinidade da água que favorece a produção do plâncton (SCHALCH, 2013). O pH regula a toxidez da amônia e do gás sulfídrico (KUBITZA, 1998).

A condutividade elétrica indica a capacidade de a água conduzir eletricidade, fornecendo informações sobre o metabolismo e disponibilidade de nutrientes e partículas na água (KUBITZA, 2003).

O nitrogênio pode ser encontrado na água sob diferentes formas, entre elas amônia, nitrito, nitrato, óxido nitroso e amoníaco (PEREIRA & MERCANTE, 2005). Nas pisciculturas é comum o uso de fertilizantes contendo principalmente as formas amônia e nitrato (BOYD, 1992). Dependendo do pH, a amônia na água pode ser encontrada nas formas de amônia livre  $NH_3$  ou amônia ionizada  $NH_4^+$ , (LEYTÓN CERNA, 2008). A decomposição e reciclagem de matéria orgânica na água são os principais responsáveis pela alta disponibilidade de amônia na água, mas não são as únicas fontes, visto que o produto final do metabolismo proteico dos peixes também é amônia (KUBITZA, 1998).

O nitrito é o produto da oxidação do amônio e sua concentração na água é pontual e temporária, uma vez que o nitrato é rapidamente convertido em nitrato, o que faz o nitrito ser instável é a presença do oxigênio. A presença desse nutriente é influenciada por poluição orgânica (KINDLEIN, 2010). Esses nutrientes em excesso pode causar eutrofização na água, portanto, a série nitrogenada é de grande relevância para monitorar e diagnosticar a qualidade da água (FONSECA, 2017).

O fósforo é imprescindível para a vida de todos os organismos (MERCANTE et al., 2009). É imprescindível para a formação dos ossos, portanto em concentrações ideais nas rações é essencial (DIETERICH et al., 2012), entretanto a aquicultura gera excessivas quantidades de fósforo durante o manejo, lançando na água efluente grandes concentrações desse nutriente que contribui para o processo de eutrofização dos corpos d'água (MERCANTE, et al., 2009).

A clorofila-a é um pigmento encontrado nos grupos vegetais e é utilizado como indicador de biomassa fitoplanctônica de ambientes aquáticos para determinar o estado trófico desses ambientes (CETESB, 2014).

O Índice de Estado Trófico IET, objetiva classificar os corpos d'água de acordo com o grau de trofia e seu efeito sobre o crescimento excessivo de algas e cianobactérias (CETESB, 2018). Os parâmetros utilizados são: clorofila-a, transparência da água e fósforo, entretanto qualquer um dos parâmetros sozinhos podem ser utilizados para a análise (CARLSON, 1977 *apud* BOTELHO & TORNISIELO, 2014). Também podem ser aplicadas apenas duas variáveis, sendo preferencialmente o fósforo e a clorofila-a, pois a transparência às vezes pode não ser representativa do estado trófico por ser afetada também pela turbidez decorrente do material mineral em suspensão (CETESB, 2018).

## 2.6 COMUNIDADES ZOOPLANCTÔNICA

O zooplâncton é um termo designado a um grupo de invertebrados microscópicos que está presente nos mais variados ecossistemas aquáticos, oferecendo pouca ou nenhuma resistência às correntes (REIS et al., 2015). A sua importância está diretamente relacionada ao fluxo de energia nos ecossistemas aquáticos, constituindo um elo essencial entre os produtores primários e os consumidores de níveis tróficos superiores. Esses organismos são responsáveis pela produtividade secundária e também no transporte e regeneração de nutrientes pelo seu elevado metabolismo (TUNDISI & MATSUMURA-TUNDISI, 2008).

Em ambientes límnicos, o zooplâncton é composto por diferentes grupos de organismos, sendo livre natante e solitária, podendo viver associadas às plantas aquáticas ou no sedimento e de modo colonial, apresenta grande sensibilidade ambiental

(COELHO-BOTELHO, 2003), por isso, muitas espécies são usadas como bioindicadoras de qualidade da água (SOUZA et al., 2013). São organismos com curto ciclo de vida e grande número de prole, definidos como estrategistas “*r*” (ALLAN, 1976; ARAÚJO & NOGUEIRA, 2016). Alterações na qualidade da água, composição e abundância do fitoplâncton, podem aumentar ou diminuir sua densidade e riqueza de espécies (ELER et al., 2003). 90% da biomassa zooplanctônica é representada pelos Rotifera, Cladocera, e Copepoda (CARDOSO, et al., 2008).

### 2.6.1 ROTIFERA

O filo Rotifera é composto por animais cujo comprimento varia de 0.1 a 1 mm, a maioria das espécies são solitárias de vida livre-natante, sendo a principal característica a presença de um órgão ciliado denominado coroa utilizado na natação e alimentação, o tronco é envolto por uma epiderme de queratina conhecida como lóricas (RUPPERT & BARNES, 1996).

Os Rotíferos tem alta taxa de reprodução, são bastante pequenos e possuem alta qualidade nutricional, qualidades ideais para o cultivo na aquicultura (LUBZENS et al., 2001). A reprodução destes organismos é, principalmente, partenogenética, única conhecida entre os Digononta, podendo, no entanto, ocorrer produção de machos muito pequenos e de vida breve entre os Monogononta (OLIVEIRA-NETO & MORENO, 1999). As fêmeas produzem cerca de dez gerações ao longo do curto período de vida (COSTA, 2008).

### 2.6.2 CLADOCERA

Os cladóceros são os Branchiopoda mais evoluídos e atingem maior diversificação ecológica. Quanto ao tamanho, podem variar de 0,2 e 2,0 mm (GHIDINI & SANTOS-SILVA, 2009). Possuem uma carapaça bivalve que cobre a maior parte do corpo, exceto a cabeça. Algumas vezes há um sulco cervical entre a cabeça e o resto do corpo. Apresentam olho composto de tamanho variável de espécie para espécie, o olho é facilmente distinguível do ocelo quando presente (LOURDES & EL MOOR-LOUREIRO, 1997),

A maioria dos cladóceros é de hábito rastejador ou bentônico, movendo-se entre os detritos na região litorânea de lagos e de reservatórios, mas há famílias predominantemente planctônicas alimentando-se de algas, bactérias e outras partículas

em suspensão. São conhecidos como “pulgas d’água” e são alimento para peixes e outros invertebrados planctônicos, como os Copépoda (DUARTE & SILVA, 2008). Estudos sobre a ecologia mostraram que eles são capazes de realizar movimentos verticais ao longo da coluna d’água apesar de serem considerados planctônicos (GHIDINI, 2007). Esses animais ocupam uma variedade de habitats de água doce, tendo preferência por ambientes lênticos. As famílias Daphnidae, Bosminidae, Sididae e Moinidae são as mais representativas com ocorrência em variados corpos d’água (ROCHA et al, 2011). O ciclo de vida dos cladóceros abrange tanto reprodução assexuada, por partenogênese, quanto reprodução sexuada. A maioria das espécies apresenta ampla distribuição em água doce (ROCHA & GÜNTZEL, 1999).

### 2.6.3 COPEPODA

A classe Copepoda pertence ao grupo dos crustáceos e é encontrado em praticamente todos os ambientes aquáticos e úmidos. Com comprimento podendo variar de 0.5 a 6 mm. O nome do grupo vem do grego *Kope*= remo, fazendo referência à forma das pernas unidas por uma placa ou esclerito intercoxal que fornecem movimentos semelhantes aos de um remo (AMARAL & NALIN, 2011). Possui o corpo dividido em uma parte anterior alongada e fusiforme chamada de prossomo e uma parte posterior delgada chamada de urossomo (WANDENESS, 2009). As espécies de vida livre geralmente são onívoras e predominantemente filtradoras, alimentando-se de fitoplâncton (DUARTE, 2016).

Nas águas continentais brasileiras há a ocorrência das ordens Calanoida, Cyclopoida e Harpacticoida (ELMOOR-LOUREIRO et al., 2016). Os copépodes da ordem Calanoida e Cyclopoida são, na grande maioria, planctônicos, podendo ser encontrados tanto na região limnética como na litorânea de lagos e reservatórios. Os Cyclopoida conseguem sobreviver em ambientes poluídos e/ou eutrofizados (PERBICHE-NEVES et. al. 2016), já os Calanoida requerem um ambiente com boa qualidade da água (MATSUMURA-TUNDISI, 2003).

O hábito alimentar dos Calanoida é filtrador, utilizando pequenas partículas (vegetais ou animais) que são filtradas pelas setas e sétulas dos apêndices bucais. Os Cyclopoida são considerados capturadores, raptoriais ou predadores, pois os apêndices bucais estão adaptados a capturar partículas maiores, podendo alimentar-se tanto de animais de tamanhos variados como de vegetais (MATSUMURA-TUNDISI & SILVA, 1999).

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Caracterizar a comunidade zooplanctônica em três tanques de cultivo de juvenis de peixes, canal de escoamento (efluente) e canal de captação da água da piscicultura da UHE-Pedra do Cavalo relacionando com o estado trófico.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

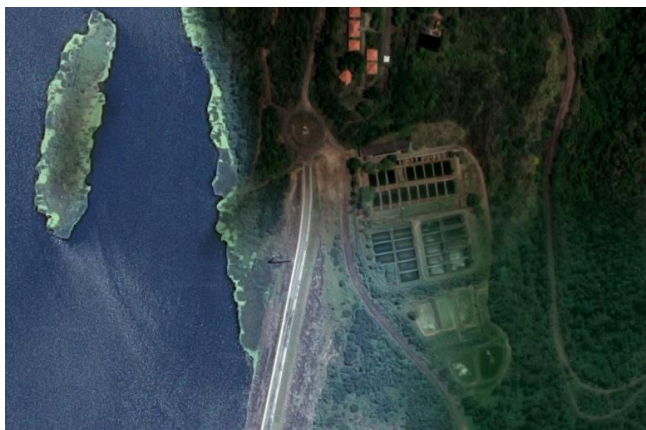
- Realizar análises quali-quantitativas dos grupos de zooplâncton: Rotifera, Cladocera e Copepoda;
- Correlacionar os parâmetros físico-químicos e biológicos;
- Classificar os parâmetros de qualidade da água de acordo com a Resolução CONAMA 357/05;
- Classificar os locais estudados de acordo com o Índice de estado Trófico (IET).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi conduzido na Estação de Piscicultura Rodolpho Von Ihering, Bahia Pesca S/A, Usina Hidrelétrica Pedra do Cavalo, município de Cachoeira, Bahia, Brasil, localizado entre as coordenadas geográficas 12°34'51''S e 38°59'43''O, durante o período de outubro/2018 a novembro/2018, em tanques de larvicultura, canal de escoamento e canal de captação (Figura 1).

Figura 1. Imagem de satélite da Estação de Piscicultura Rodolph Von Ihering.



(Fonte: Google Earth. 14/02/2018)

O rio Paraguaçu, que passa pela Pedra do Cavalo, nasce no município de Barra da Estiva, Bahia, e é o maior rio baiano, abrange os municípios de Feira de Santana, Santo Estevão, Antônio Cardoso, Cabeceiras do Paraguaçu, Muritiba, Governador Mangabeira, São Félix, Cachoeira, Conceição de Feira e São Gonçalo dos Campos, bioma Caatinga. A Pedra do Cavalo é a que mais contribui para o abastecimento de água na região (LAMAS et al., 2016). A bacia do Paraguaçu ocupa 10% do território baiano, com uma área de 54.877 km<sup>2</sup>, apresenta 37 barragens ao longo de seu curso (INEMA, 2013). Recebe alta radiação solar, bem como tem altas temperaturas durante todo o ano, com média de 26° C, sendo o período chuvoso de novembro a janeiro (LAMAS et al., 2016).

## 4.2 DESCRIÇÃO DOS LOCAIS

Foram avaliados três tanques de alvenaria com fundo lamoso, apresentando uma área de 200 m<sup>3</sup> durante seis semanas, período de desenvolvimento das larvas até o estágio de juvenil para a comercialização. Os tanques foram preparados conforme rotina da piscicultura, onde houve o esvaziamento e a remoção do excesso de sedimentação orgânica, em seguida foi feita a calagem e exposição ao sol para desinfecção e reparação do pH do solo. Após esta etapa, os tanques foram cheios e fertilizados com 16 kg de farelo de trigo e 4 kg de ureia. Três dias após a fertilização foi realizado o povoamento com as pós-larvas, que foram obtidas a partir de indução hormonal das matrizes reprodutoras da própria estação de piscicultura. Após a eclosão dos ovos, as larvas permaneceram nas incubadoras durante os sete primeiros dias de vida, sendo transferidas para os tanques no final desse período. As larvas eram alimentadas com ração farelada diariamente.

A água do canal de captação é bombeada a partir do reservatório para um tanque de armazenamento para ser distribuída para os tanques de criação. A água foi coletada no canal entre o tanque de armazenamento e a canaleta que conduz a água para os tanques.

A água do canal de escoamento é resultado da drenagem de todos os tanques que possuem fluxo contínuo de água e é encaminhada diretamente para o reservatório sem passar por processo de tratamento. A água foi coletada no último ponto, onde as águas proveniente de todos os tanques se encontram (Figura 2).



Figura 2. Canal de escoamento da piscicultura.

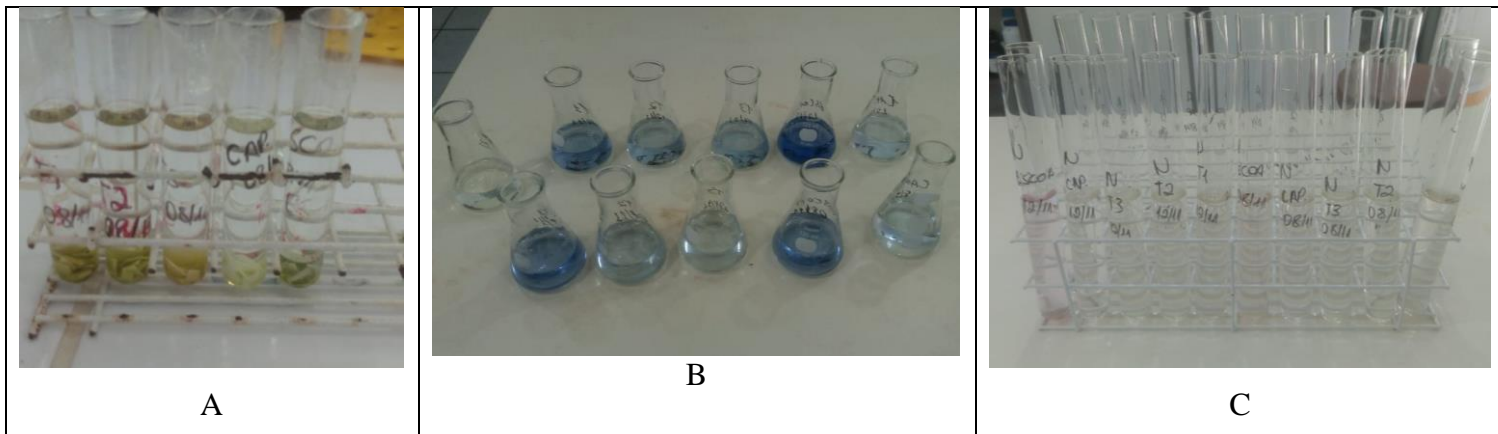


Fonte: própria

#### 4.3 COLETAS DE DADOS FÍSICO-QUÍMICOS

Os parâmetros físico-químicos da água como: temperatura, condutividade elétrica, pH, oxigênio dissolvido. Foram monitorados semanalmente *in situ* utilizando uma sonda multiparâmetros HANNA 9828. Amostras de água também foram coletadas semanalmente, armazenadas em frascos de polietileno e preservadas em um cooler para que fossem transportadas para o laboratório de qualidade da água da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB para análise de Clorofila-*a* (NUSH 1980), fósforo total (MURPHY & RILEY, 1962), amônia (CHANEY & MARBACH, 1962) e nitrito (MACKERETH et al., 1978) (Figura 3).

Figura 3. Amostras de uma das etapas das análises de: A) Clorofila-a. B) fósforo C) Nitrito e Amônia.



Fonte: própria

#### 4.4 COLETAS E IDENTIFICAÇÃO DO ZOOPLÂNCTON

Para a coleta do zooplâncton foi utilizada uma rede de plâncton com abertura de malha de 64  $\mu\text{m}$ , onde foram filtrados 70 litros de água nos tanque (Figura 4), no canal efluente e no canal de captação, em seguida o conteúdo filtrado foi fixado em formol 4% e armazenado em fracos de polietileno para serem transportados até o Laboratório de Ecologia da UFRB onde foi novamente filtrado e corado com rosa de bengala para facilitar a visualização do zooplâncton.

Figura 4. Coleta do zooplâncton utilizando rede de zooplâncton.



Fonte: própria

A comunidade zooplanctônica foi analisada através de um microscópio óptico com uma câmera digital acoplada. Todos os invertebrados que compuseram a amostra dos respectivos pontos, objeto de estudo do presente trabalho, foram contabilizados e identificados com base em literatura específica, entretanto apenas os grupos: Rotífera e Cladocera foram identificados em nível de espécie e os demais organismos foram identificados em nível de grandes grupos.

Dados sobre os principais atributos da comunidade zooplanctônica foram ordenados em tabelas considerando-se as famílias de cada grupo e a ocorrência dos táxons nos pontos de amostragem na área de estudo.

Os padrões de variação espacial e temporal dos grupos (rotíferos e microcrustáceos) e táxons frequentes e abundantes desses grupos na comunidade zooplanctônica foram conduzidos a partir de suas densidades totais ( $\text{org./m}^3$ ). Com o objetivo de reduzir as diferenças das densidades entre os pontos e meses amostrados, os valores ( $\text{org./m}^3$ ) de alguns gráficos foram previamente *log* transformados ( $\log x + 1$ ).

Para estudar a diversidade zooplanctônica, foram usados três atributos da comunidade, a riqueza de táxons (número de táxons nas amostras), o índice de Shannon-Wiener ( $H' = -\sum p_i \cdot \log(p_i)$ , onde  $p_i$  é a proporção do táxon  $i$  na amostra), e a equitabilidade ( $E = H'/H'_{\max}$ ) (PIELOU, 1984). Estes atributos foram calculados utilizando a matriz de dados com as densidades dos táxons de rotíferos, cladóceros e copépodes.

O Índice de estado trófico (IET) foi calculado segundo Lamparelli (2004), aplicando-se apenas as variáveis clorofila-a e fósforo total, utilizando-se as formulas:

$$\text{IET (CL)} = 10 \times (6 - ((0,92 - 0,34 \times (\ln \text{CL})) / \ln 2))$$

$$\text{IET (PT)} = 10 \times (6 - (1,77 - 0,42 \times (\ln \text{PT})) / \ln 2))$$

$$\text{IET} = [ \text{IET ( PT )} + \text{IET ( CL )} ] / 2$$

PT= concentração de fósforo total, em  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ;

CL: concentração de clorofila, em  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ;

ln: logaritmo natural.

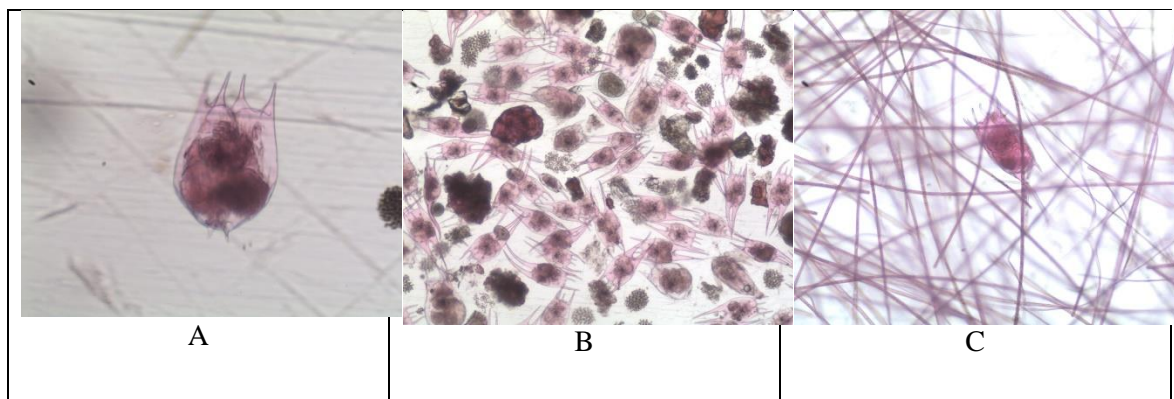
## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### COMPOSIÇÃO DA COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA

Durante o período estudado foram identificados 34 táxons infragênicos para a comunidade zooplanctônica. Desse total, 26 foram identificados para os Rotífera, 4 para os Cladocera e 4 para as formas larvais e juvenis de Copepoda (Tabela 1). Coelho e Botelho (2003) comentam que a diferença da composição entre esses grupos é um indicativo das condições tróficas, associando a dominância de rotíferos com a eutrofização. A dominância de rotíferos em ecossistemas aquáticos tropicais e subtropicais, independentemente do estado trófico, é previsível e citada por vários autores. Porém, devido ao seu peso e tamanho pequeno, muitas vezes eles pouco contribuem para a biomassa zooplanctônica. Resultados semelhantes em relação à dominância de rotíferos e a baixa de riqueza de táxons de Cladocera foram encontrados por Toledo e Castro (2003); Dantas et al. (2009), e Loureiro et al. (2011).

Os rotíferos foram representados por 9 famílias, sendo Brachionidae (14 táxons) e Lecanidae (5 táxons) as mais representativas (Tabela 1). Os táxons mais frequentes de Rotífera foram *Brachionus calyciflorus*, *B. havanaensis* e *Keratella tropica* (Figura 5). A família Brachionidae é considerada uma das mais abundantes do zooplâncton de águas continentais, principalmente quando os ambientes encontram-se com estado trófico mais elevado (SOARES et al., 2010). Segundo Eler (2003), *Brachionus calyciflorus* é uma espécie muito recorrente em viveiros de peixes, devido a sua grande adaptação em águas alcalinas e eutróficas. No estudo realizado por Oliveira et al. (2015) em cultivo de peixes de águas salobras, os rotíferos também dominaram, entretanto o gênero mais frequente foi *Lecane*, que, de acordo com Segers (2004) também é comum em áreas eutrofizadas. Arruda (2011) também encontrou maior ocorrência do gênero *Brachionus* em sistemas de cultivo de peixes, evidenciando ainda mais sua relação com a eutrofização. O autor também ressalta que o gênero *Keratella* é um excelente indicador de impactos oriundos de atividades de piscicultura.

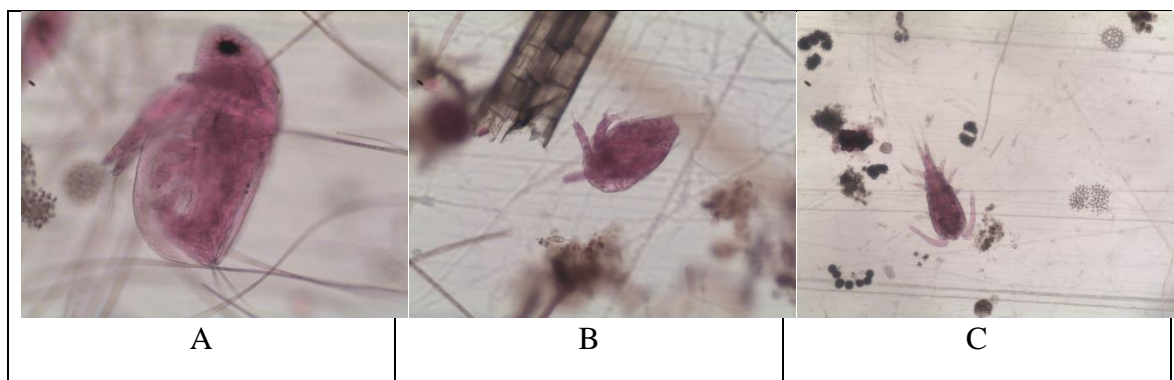
Figura 5. Representantes mais frequentes de rotífera. A) *Brachionus calyciflorus* B) *B. havanaensis* C) *Keratella tropica*.



Fonte: própria

Entre os microcrustáceos, a Família mais representativa dos Cladocera foi Moinidae (Figura 6) com frequência de 80% e a família Bosminidae apresentou 2 táxons. Entre os copepodes, os náuplios e copepoditos (Figura 6) apresentaram maior frequência, sendo Náuplios Cyclopoida com maior representatividade. Nos estudos de Loureiro (2011) a espécie *Moina micrura* foi a mais representativa do grupo de Cladocera, além disso, os náuplios e copepoditos também foram mais abundantes que as formas adultas de Copepoda. Estes táxons apresentam ampla distribuição geográfica e dominam as zonas limnéticas de reservatórios localizados em diferentes regiões do Brasil (NEVES, 2008). De acordo com Dantas-Silva e Dantas (2013), em ambientes oligotróficos a predominância é de Copepoda Calanoida.

Figura 6. Representantes de: Cladóceras: A) *Moina micrura* e Copépoda: B) Náuplio e C) Copepodito



Fonte: própria

Tabela 1. Lista de táxons e frequência de ocorrência.

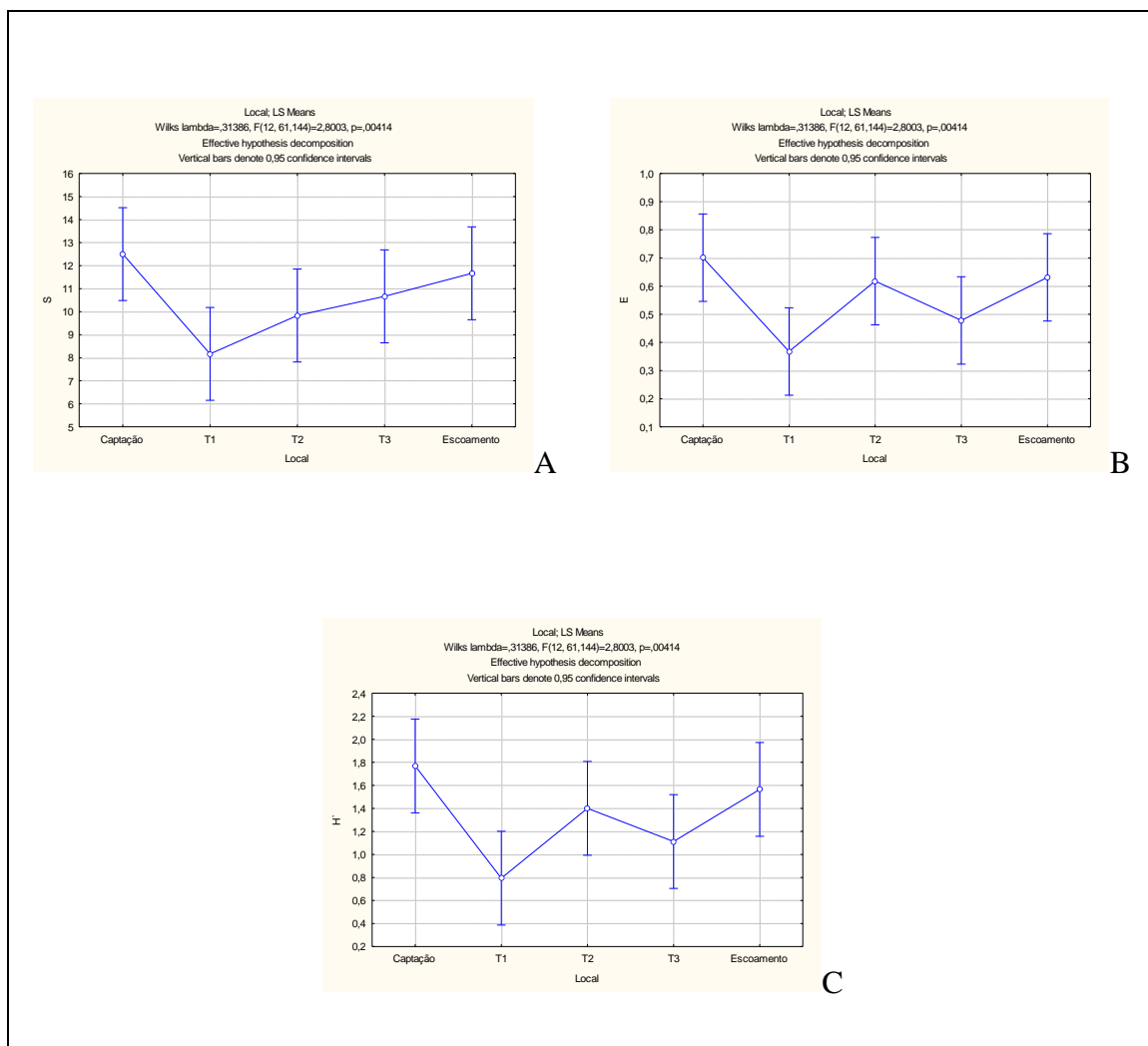
<b>TÁXONS</b>	<b>Freq. %</b>	<b>Freq. Quant.</b>
<b>ROTIFERA</b>		
<b>Brachionidae</b>		
<i>Brachionus havanaensis havanaensis</i> Rousselet, 1911	93	7395
<i>Brachionus calyciflorus</i> Pallas, 1766	100	983
<i>brachionus patulus</i> Müller, 1786	17	14
<i>Brachionus caudatus</i> Barrois & Daday, 1894	17	16
<i>Brachionus caudatus austrogenitus</i> Ahlstrom 1940	40	171
<i>Brachionus falcatus</i> Zacharias, 1898	3	16
<i>Brachionus caudatus personatus</i>	7	2
<i>Brachionus angularis</i> Gosse, 1851	23	461
<i>Brachionus cf. budapestinensis</i> Daday, 1885	7	14
<i>Brachionus sp. 1</i>	13	12
<i>Brachionus sp. 2</i>	3	1
<i>Brachionus sp. 3</i>	7	5
<i>Keratella cochlearis</i> Gosse, 1851	63	89
<i>Keratella trópica</i> Apstein, 1907	83	412
<b>Lecanidae</b>		
<i>Lecane cornuta</i> Müller, 1786	13	16
<i>Lecane luna</i> Müller, 1776	40	61
<i>Lecane bulla styrax</i> Harring & Myers, 1926	3	4
<i>Lecane bulla</i> Gosse, 1851	13	62
<i>Lecane signifera</i>	3	1
<b>Epiphanidae</b>		
<i>Epiphanes clavulata</i> Ehrenberg, 1831	33	4354
<b>Euchlanidae</b>		
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1830	3	1
<b>Filiniidae</b>		
<i>Filinia longiseta</i> Ehrenberg, 1834	7	20
<i>Filinia pejlери</i> Hutchinson, 1964	3	3

<b>Hexarthridae</b>		
<i>Hexarthra intermedia braziliensis</i> Hauer 1953	3	2
<b>Mytilinidae</b>		
<i>Lophocharis</i> sp.	3	1
<b>Synchaetidae</b>		
<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943	17	2210
<b>Trichocercidae</b>		
<i>Trichocerca</i> cf. <i>tenuidens</i> Hauer, 1931	10	9
<b>CLADOCERA</b>		
<b>Moinidae</b>		
<i>Moina micrura</i> Kurz, 1875	80	234
<b>Bosminidae</b>		
<i>Bosmina longiseta</i>	3	8
<i>Bosmina hagmanni</i> Stingelin, 1904	13	13
<b>Daphnidae</b>		
<i>Daphnia gessneri</i> Herbst, 1967	7	15
<b>COPEPODA</b>		
Copepodito de Cyclopoida	50	509
Copepodito de Calanoida	70	271
Náuplios Calanoida	17	84
Náuplios Cyclopoida	80	1426
<b>OSTRACODA</b>	43	293

Os dados obtidos para a riqueza de táxons registraram as maiores médias nos canais de captação ( $\bar{x} = 12$  táxons) e escoamento ( $\bar{x} = 11$  táxons). A menor riqueza ocorreu no T1 ( $\bar{x} = 8$  táxons). Os valores de equabilidade e diversidade de Shannon seguiram o mesmo padrão da riqueza de táxons. As maiores médias de equabilidade ocorreram também na captação ( $\bar{x} = 0,701$ ) e no escoamento ( $\bar{x} = 0,630$ ), e a menor no T1 ( $\bar{x} = 0,367$ ). Enquanto que as maiores médias de diversidade foram de 1,76 bits e 1,56 bits nos mesmos pontos de amostragens, respectivamente. A menor média da diversidade foi registrada no T1, 0,79 bits (Figura 7).

Nos estudos de Matsumura-Tundisi e Silva (1999) o autor afirma que o número de espécies zooplânctônicas em ambientes de água doce tropicais é de aproximadamente 15, sendo sete a oito de Rotifera, cinco a seis de Cladocera e duas a três de Copepoda. Porém, no caso de reservatórios, o caráter predominantemente lêntico aliado a outras condições peculiares eleva consideravelmente a riqueza do zooplâncton.

Figura 7. Atributos da comunidade: A) Riqueza de táxons; B) equabilidade e C) diversidade.

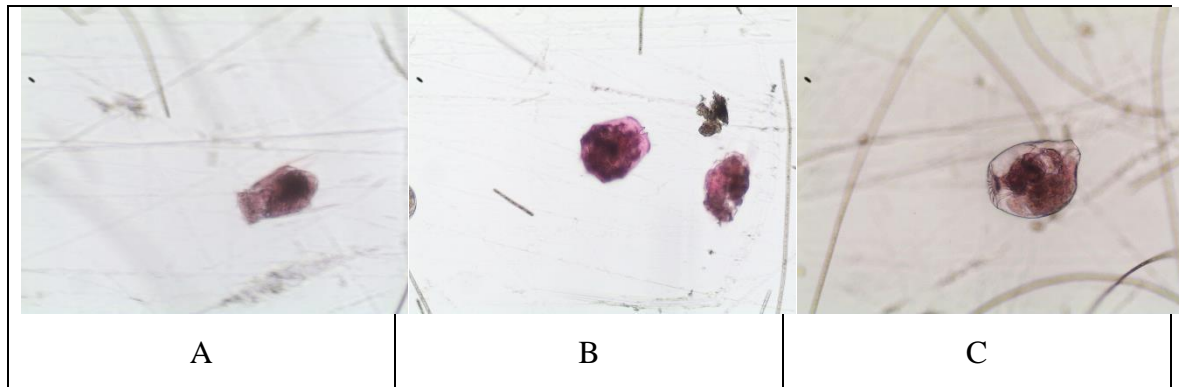


Os dados de abundância do zooplâncton mostraram que os maiores picos ocorreram no T1 ( $\bar{x} = 2886605$ ), com dominância de *Polyarthra vulgaris* (7.320.857 org./m<sup>3</sup>), *Brachionus angularis* (1.253.571 org./m<sup>3</sup>) e *Epiphanes clavatula* (1.276.714org./m<sup>3</sup>) (Figura 8), na segunda semana de amostragem. As menores médias foram registradas no canal de captação ( $\bar{x} = 44892$ ), na primeira semana e no T2 ( $\bar{x} =$



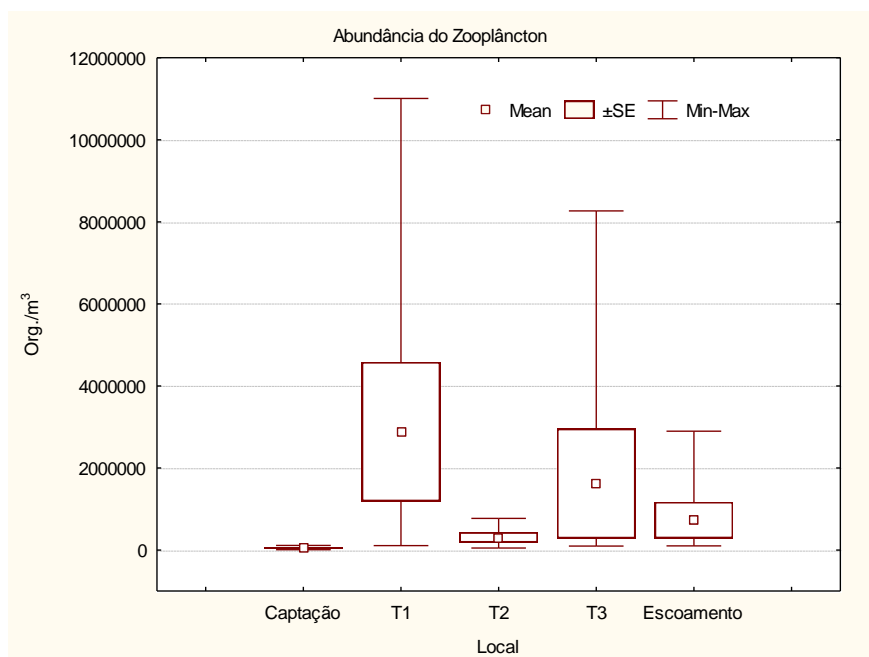
308302), na última semana de amostragem. Os maiores picos de abundâncias foram observados para o rotífero *E. clavatula* (17.448 org./m<sup>3</sup>) e náuplios e Copepoda (16.751org./m<sup>3</sup>) (Figura 9).

Figura 8. Representantes de: A) *Polyarthra vulgaris* B) *Brachionus angularis* C) *Epiphanes clavatula*



Fonte: própria

Figura 9. Valores de abundância (org./ m<sup>3</sup>) registrados nos locais de coleta.



O crescimento da biomassa zooplancônica está associado ao aumento do estado trófico, pois resulta em oferta de recursos alimentares (COELHO & BOTELHO, 2003). Nos estudos de Nogueira (2001) foi visto que apesar da dominância numérica dos

rotíferos nos na maioria dos ciclos, os Copepoda e Cladocera representaram a maior biomassa nas áreas monitorados já que os microcrustáceos são relativamente maiores em tamanho e volume que os rotíferos.

## QUALIDADE DA ÁGUA

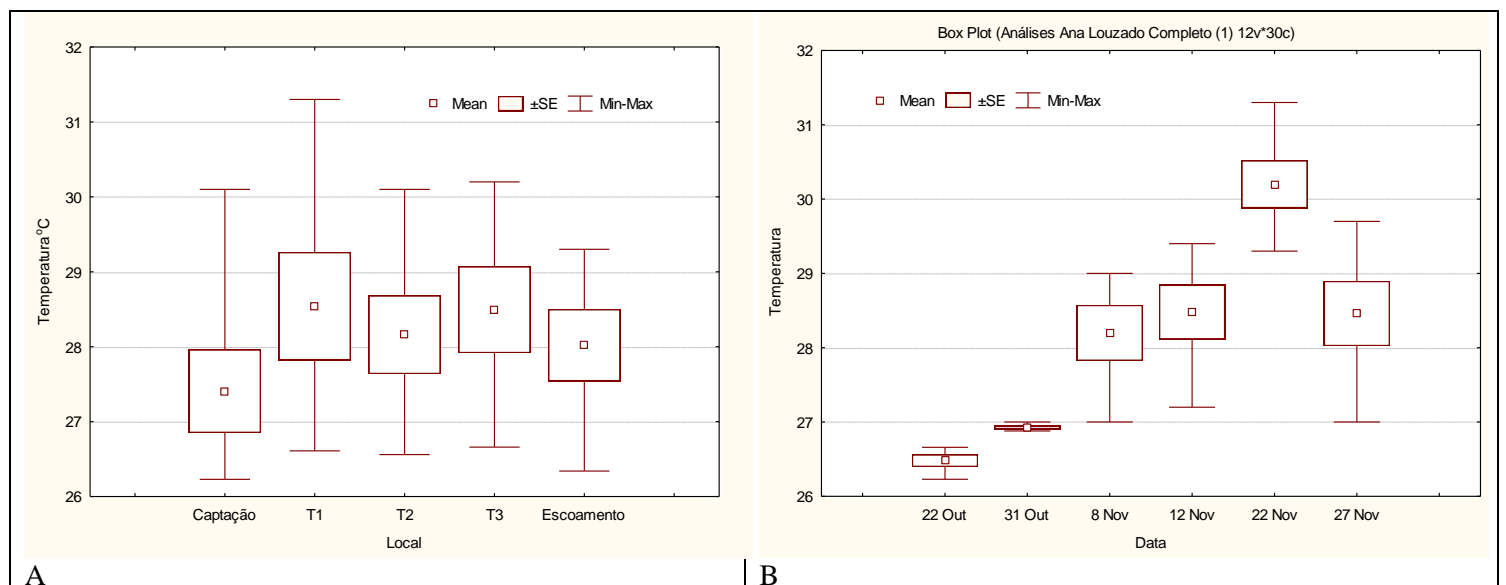
### Temperatura

Todos os locais se encontraram com temperaturas aceitáveis mostrando pouca variação entre os pontos amostrados. Galli e Torloni (1984) mencionam que a faixa de temperatura ideal para peixes de águas tropicais é de 20 a 28 °C, sendo letais temperaturas acima de 32 °C.

A menor média ocorreu na captação com 27,5 °C, cerca de 1 °C mais baixa que os tanques, isto está relacionada a alta circulação da água neste local que faz com que a temperatura apresentem valores mais baixos, resultados similares foram encontrados por Toledo e Castro (2003).

O canal de escoamento apresentou temperatura média de 28 °C. A média dos tanques foi de 28,5 °C. A máxima temperatura registrada nos tanques foi na quinta semana no T1 com 31 °C e a menor foi de 26,5 °C T2 (Figura 10). Deste modo, observou-se que a temperatura dos tanques foi similar a do canal de escoamento.

Figura 10. Valores de Temperatura mínima, media e máxima, registrados nos pontos de coleta. A) espacial. B) Temporal.

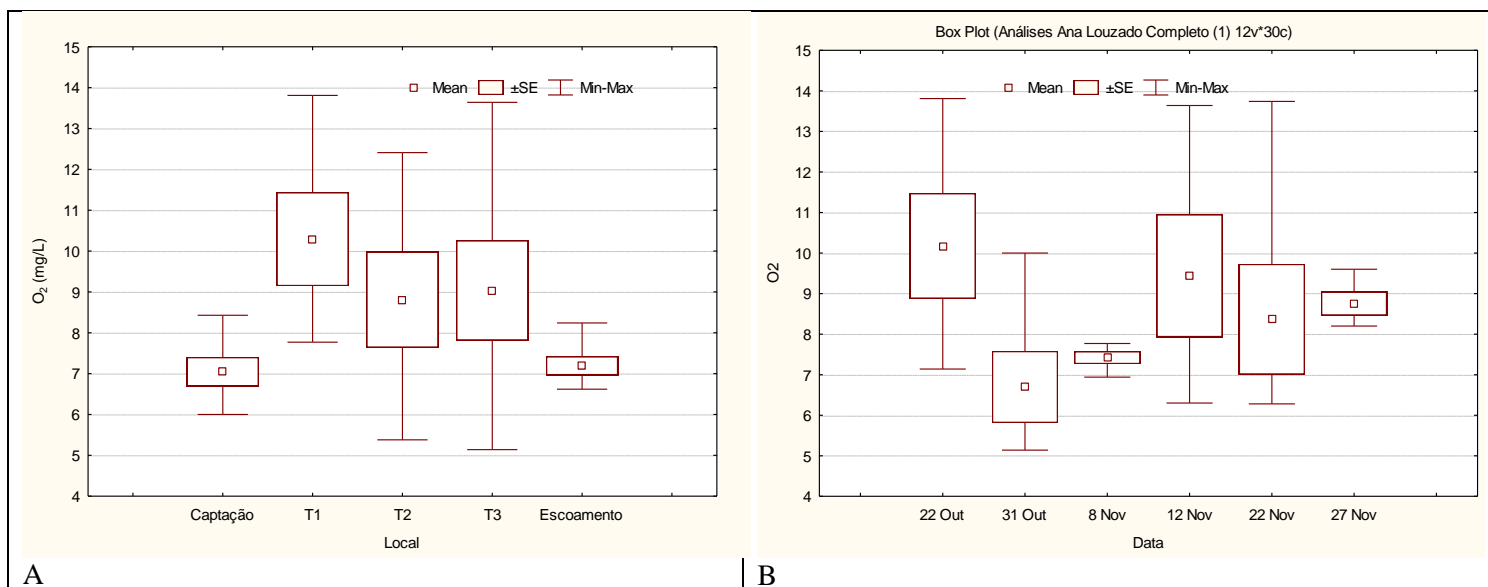


## Oxigênio dissolvido

O oxigênio dissolvido não apresentou variações no canal de captação, com média de 7 mg/l, essa concentração constante está mais relacionada com a circulação da água do que com a produtividade primária, uma vez que as concentrações de clorofila-*a* para este canal foram baixas.

No canal de escoamento também não variou muito, apresentando concentração média de 8,5 mg/l, assim com os valores máximos e mínimos de 8,24 mg/l, e 6,62 mg/l. No que concerne as variações nas concentrações desse gás nos tanques, o T1 apresentou 10,2 mg/l e os tanques 2 e 3 tiveram média de 9 mg/l. A menor saturação encontrada nos tanques foi de 5 mg/l no T3 na segunda semana e a mais alta foi também em T3 com 13,9 mg/l na quinta semana (Figura 11), indicando que houve maior atividade fotossintética no decorrer das semanas para este ponto.

Figura 11. Valores de Oxigênio (mg/L) médios, máximos e mínimos registrados nos pontos de coleta. A) espacial e B) temporal.



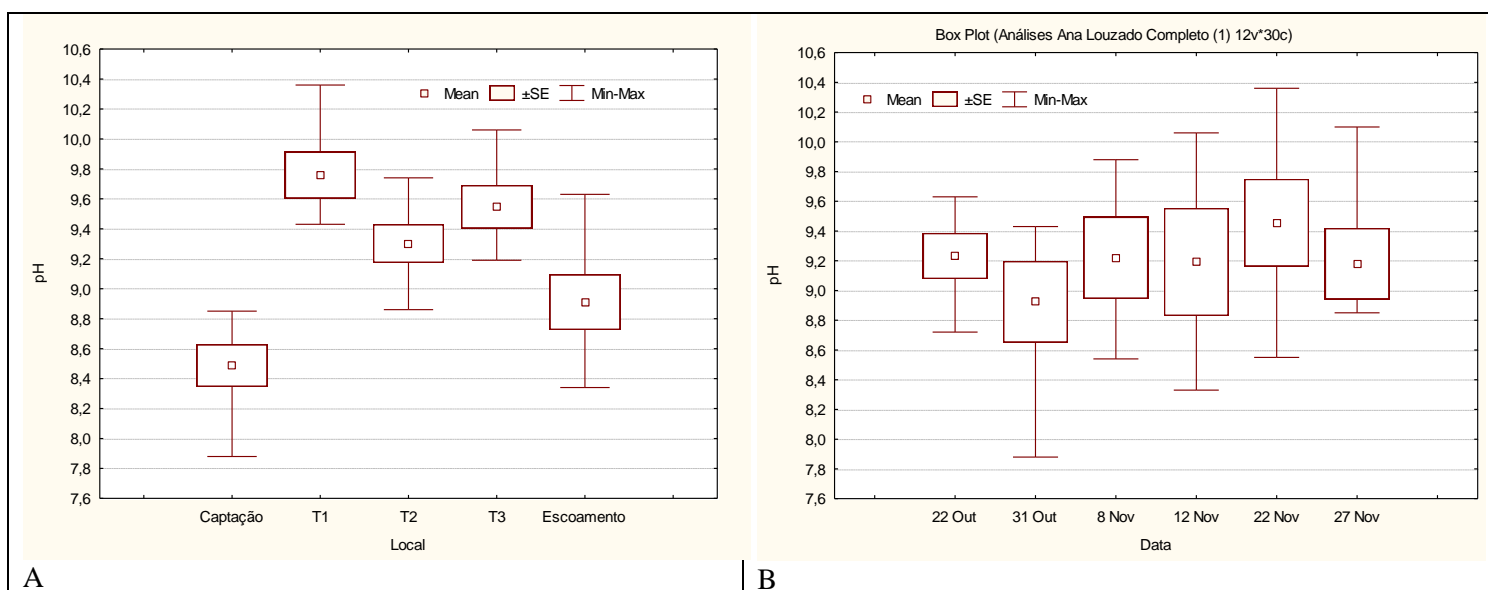
## pH

O pH do canal de captação apresentou média de 8,5, máxima de 8,8 e mínima de 7,8, valores tendendo a alcalinidade. Assim, foi verificado que diferiu consideravelmente dos tanques e canal de escoamento.

A média dos tanques foi heterogênea, porém com pouca variação, sendo o valor mínimo 8,8 registrado em T2 na quarta semana, e o valor máximo foi de 10,4 em T1 na quinta semana (Figura 12). pH acima de 10 pode ser fatal aos peixes. Os valores encontrados por Eler (2003) em tanques de piscicultura no Centro-Oeste do país variaram entre 7,23 e 8,79.

Os valores do canal efluente foram muito semelhantes dos encontrados nos tanques, com média de 9,2, diferindo dos valores encontrados por Toledo e Castro (2003) em efluentes de piscicultura, onde o pH encontrava-se ácido, apresentando valores abaixo de 7. Os valores de pH de todos os locais estavam em conformidade com os valores do estudo de Gomes et al (2013), onde foram obtidos valores acima de 9, sendo ideais ao cultivo de peixes.

Figura 12. Valores de pH médios, máximos e mínimos registrados nos pontos de coleta. A) espacial e B) temporal.



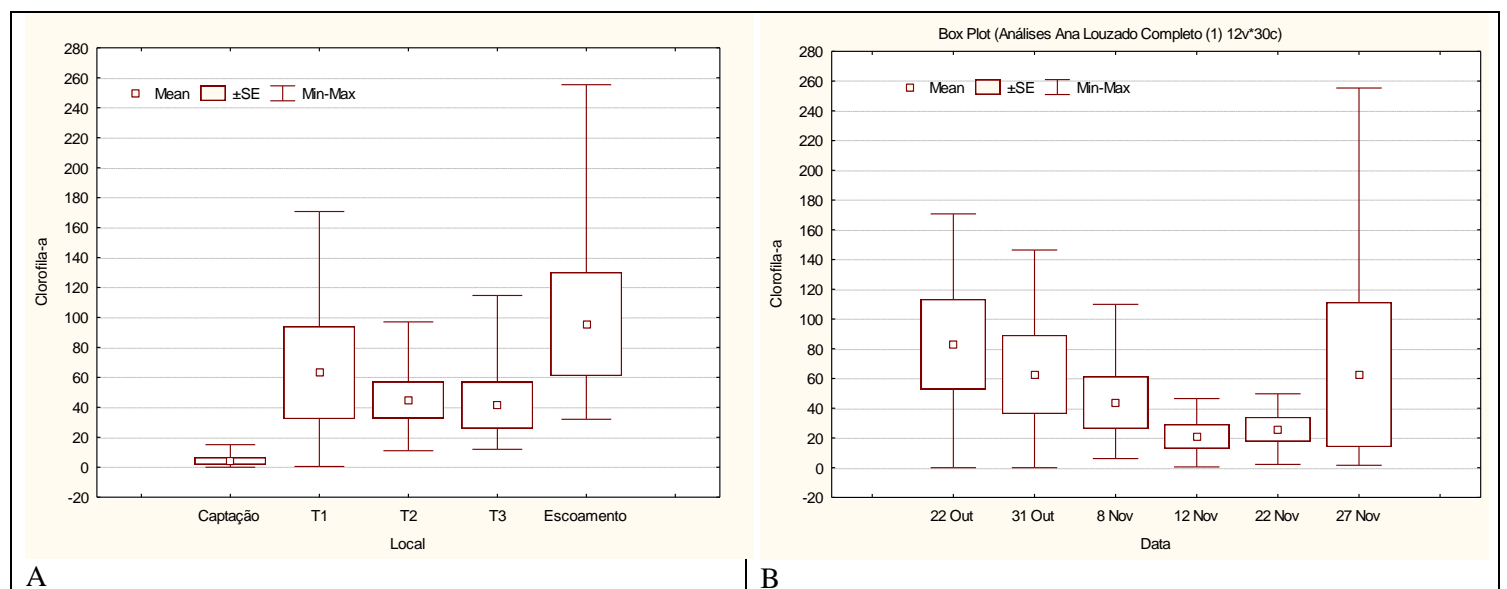
### Clorofila-a

No canal de captação a média para a concentração de clorofila foi de 4,18 mg/l e a máxima de 15,06 mg/l, em algumas amostras não foi registrada nenhuma concentração, porém isto pode indicar que ela encontrava-se em quantidades tão pequenas que não foi possível sua detecção pelo método utilizado. A baixa concentração de clorofila-a indica pouca produtividade primária nesse ambiente. Por outro lado, como era esperada, a produtividade primária foi bastante intensa nos tanques

e no canal de escoamento. O T1 apresentou a maior média 63 mg/l em relação a T2 e T3 que ficaram com média de cerca de 40 mg/l. Os valores máximo 170 mg/l e mínimo 0,055 mg/ foram encontrados em T1 (Figura 13).

O canal de escoamento apresentou concentração média de 95 mg/l, mínima de 32 mg/l e a máxima concentração foi de 255 mg/l encontrada na última semana (Figura 12).

Figura 13. Valores de Clorofila-a (mg/l) médios, máximo e mínimos registrados nos pontos de coleta. A) espacial e B) temporal.



## Fósforo

A concentração média de fósforo encontrada no canal de captação foi 0,25 mg/l, a mínima foi de 0,16 mg/l e a máxima foi de 0,32 mg/l.

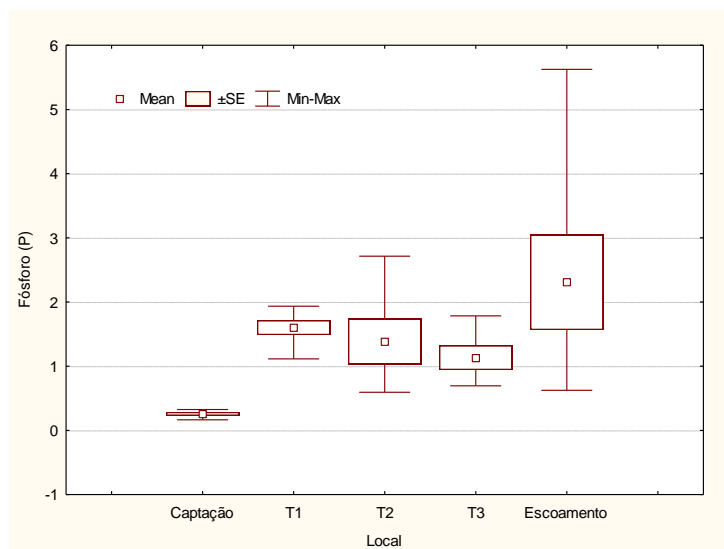
Nos tanques houve pouca variação na concentração média, que ficou em torno de 1,5 mg/l, entretanto a máxima e mínima concentração foram observadas em T2 com 2,7 mg/l e 0,59 mg/l, respectivamente.

O canal de escoamento apresentou a maior concentração desse nutriente na última semana, com 5 mg/l, no momento da coleta estava ocorrendo o esvaziamento de três tanques provenientes do cultivo de juvenis, motivo pelo qual se deu essa

concentração. Em contrapartida, a menor concentração encontrada foi de 0,62 mg/l e a média foi 2 mg/l (figura 14).

Grandes concentrações de fósforo também foram encontradas por Ferraz e Amaral (2010), havendo variações entre 0,80 mg/l e 1,19 mg/l. O desenvolvimento do fitoplâncton, densidade de peixes e da comunidade zooplanctônica são fatores que interferem nas concentrações de fósforo, a influencia desses organismos está ligada principalmente à excreção (ANDREOLI & CARNEIRO, 2005). Assim conclui-se que a ampla abundância de zooplanton encontrada é um dos causadores das altas concentrações deste nutriente nos tanques e no canal de escoamento.

Figura 14. Valores de Fósforo (mg/l) médios máximos e mínimos, registrados nos pontos de coleta.



## Amônia

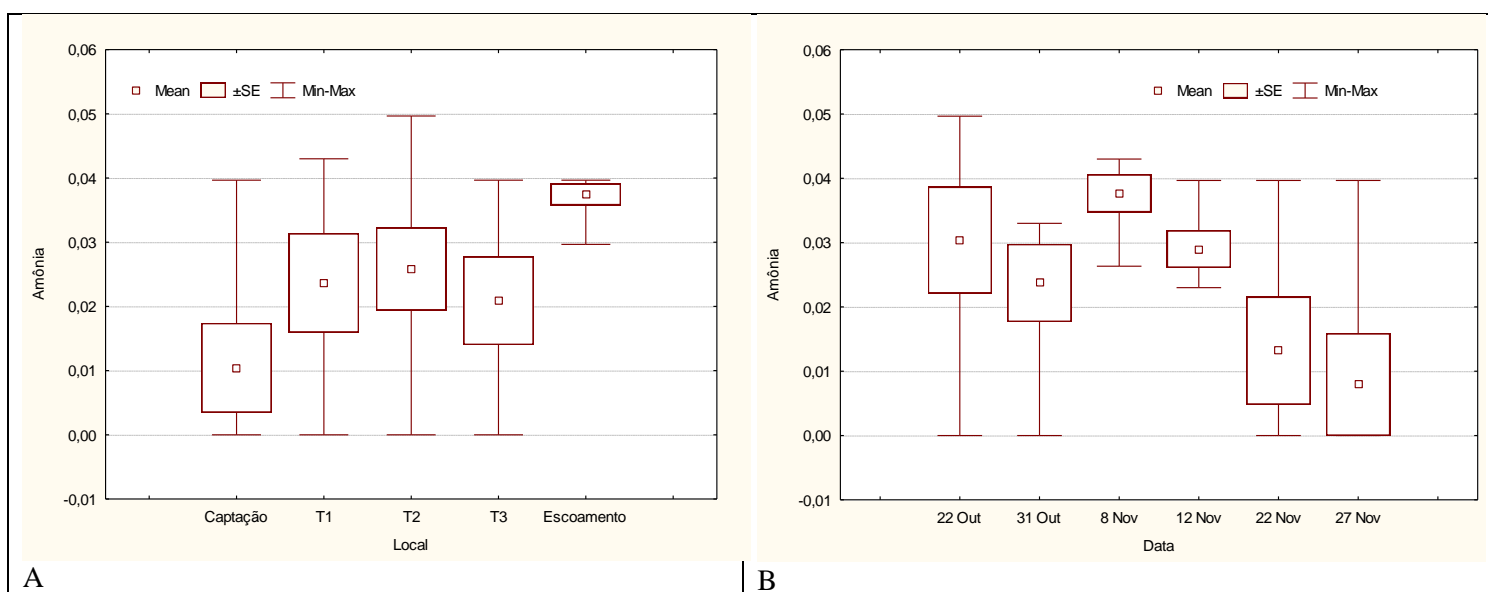
A amônia apresentou média de 0,01 mg/l na captação, o valor máximo obtido foi 0,03 mg/l, algumas amostras não apresentaram concentração, entretanto isso não caracteriza sua ausência, deste modo, propõe-se que a concentração foi tão baixa que não foi detectável pelo método.

Os tanques não apresentaram variações relevantes entre si, apresentando média de 0,02 mg/l. O valor máximo foi de 0,05 mg/l obtido em T2, na primeira semana. Nos

estudos de Arruda et al. (2011), foram encontrados concentrações de amônia entre 0,001 a 0,03.

O canal de escoamento apresentou uma média de 0,03 mg/l, mais alta em relação aos outros locais, os valores máximos e mínimos foram 0,02 mg/l e 0,03 mg/l respectivamente (Figura 15).

Figura 15. Valores de Amônia (mg/l) médios, máximos e mínimos registrados nos pontos de coleta. A) espacial e B) temporal.



## Nitrito

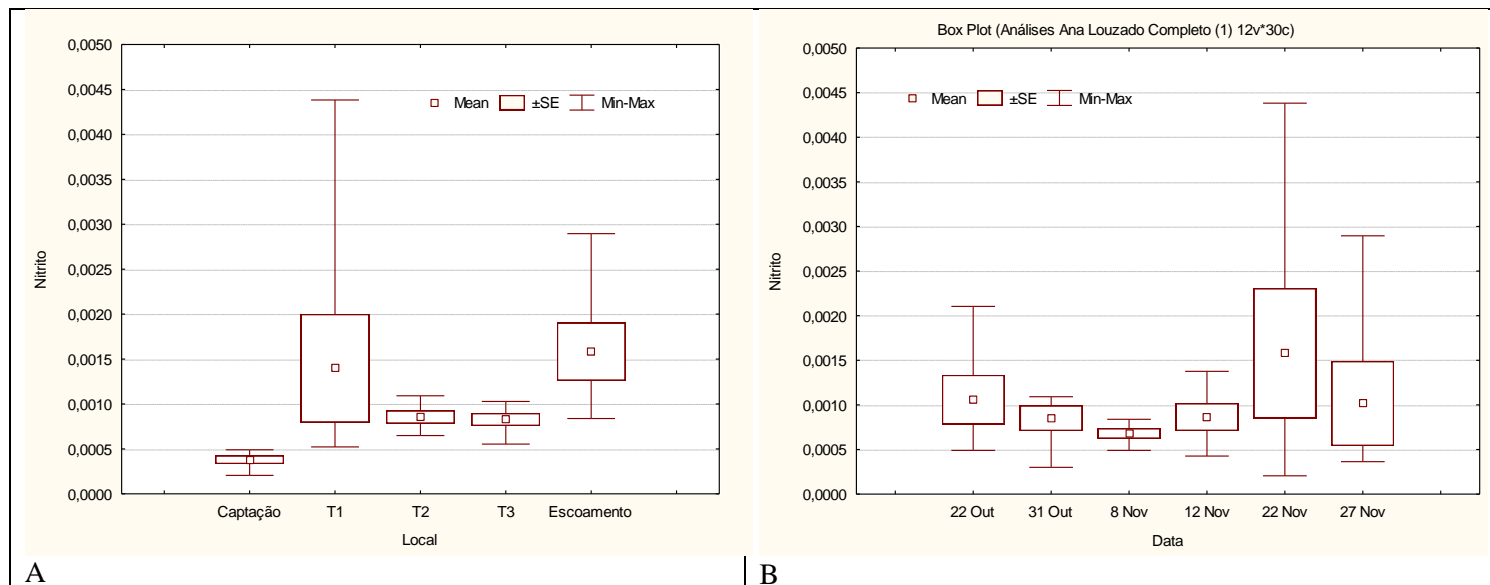
Não houve variações nas concentrações de nitrito no canal de captação, obtendo uma média de 0,0004 mg/l.

Os tanques T2 e T3 apresentaram concentrações semelhantes, com média de 0,0008 mg/l e máxima de 0,0010 mg/l, já T1 apresentou média de 0,0014 mg/l e o valor máximo foi de 0,0045 mg/l na quinta semana.

O canal de escoamento exibiu média de 0,0015 mg/l, mínima de 0,0008 mg/l e máxima de 0,0029 mg/l (Figura 16).

O nitrito se torna letal quando em concentrações acima de 0,7 mg/l, porém a exposição a níveis subletais (0,3 a 05 mg/l) pode ocasionar numa diminuição no desenvolvimento e vulnerabilidade a doenças (KUBITZA, 1998).

Figura 16. Valores de Nitrito (mg/l) médios, mínimos e máximos registrados nos pontos de coleta. A) espacial e B) temporal.



### Condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ )

Os menores valores de condutividade elétrica foram registradas no canal de captação, com média de  $291 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ , máxima de  $325 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$  e mínima de  $232 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ . Nos tanques os valores não oscilaram muito, apresentando média de  $340 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ . A menor condutividade,  $259 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$  foi encontrada em T3 e a maior  $400 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$  em T1.

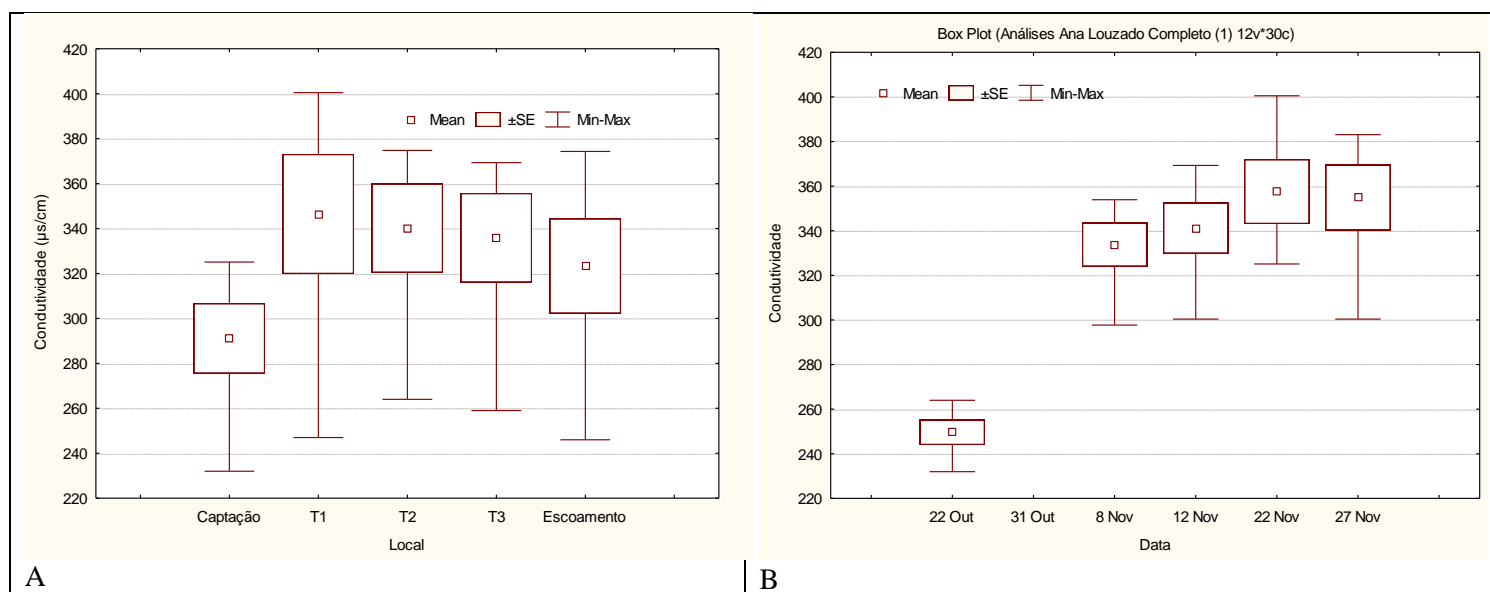
No canal de escoamento foi obtida uma média de  $323 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ , mínima de  $246 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$  e máxima de  $374 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$  (Figura 17).

Os valores do presente estudo diferiram dos encontrados por Gomes et al. (2013), onde o maior valor de condutividade foi de  $1810 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ , ainda de acordo com o autor, os valores elevados indicam grau de decomposição elevado e valores mais baixos indicam acentuada produção primária. Os valores mais altos nos tanques e no canal de escoamento podem estar relacionados também à grande quantidade de



partículas e principalmente a utilização de ração (SIPAÚBA-TAVARES, 1995) e aos fertilizantes (TOLEDO & CASTRO, 2003).

Figura 17. Valores de Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ ) médios, máximos e mínimos registrados nos pontos de coleta. A) espacial e B) temporal.



## CLASSIFICAÇÃO E RELAÇÃO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE COM A RESOLUÇÃO CONAMA 357/05

De acordo com os resultados obtidos para a qualidade da água nos pontos amostrados, as águas foram classificadas na Classe 2 da resolução CONAMA 357/05, que se aplica a múltiplos usos, dentre elas à aquicultura e atividades de pesca.

Os valores de pH, oxigênio dissolvido, amônia e nitrito de todos os locais estudados, estão de acordo com os padrões máximos estabelecidos pela Resolução. A clorofila-*a* do canal de captação também está dentro do padrão. Entretanto, a clorofila dos tanques e principalmente do canal de captação encontra-se bastante superior ao estabelecido para esse tipo de água. O fósforo também se encontra fora dos padrões, registrando concentrações absurdamente elevadas nos tanques e no canal de captação, que apresentou concentração mais baixa que os outros locais, mas ainda assim, superior ao apontado pela Resolução (Tabela 2).

Tabela 2. Relação da média dos parâmetros dos locais estudados com os valores máximos permitidos pela Resolução CONAMA 357/05.

PARÂMETROS	UNIDADE	CONAMA 357/05	CAPTAÇÃO	T1	T2	T3	EFLUENTE
Oxigênio Dissolvido	mg/L	> 5	7,04	10,29	8,81	9,03	7,19
pH		6 a 9	8,48	9,75	9,3	9,5	8,9
clorofila- <i>a</i>	µg/L	30	4,19	63,12	44,93	41,46	95,58
Fósforo	mg/L	0,05	0,258	1,601	1,385	1,133	2,306
Amônia	mg/L	3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 mg/L N, para pH > 8,5	0,010	0,024	0,026	0,021	0,037
Nitrito	mg/L	1.0	0,00037	0,00139	0,00085	0,00082	0,00158

### ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO

De acordo com o sistema de classificação de Índice de Estado Trófico (IET) (Tabela 3), o canal de captação foi classificado como supereutrófico e os locais T1, T2, T3 e canal de escoamento foram classificados como hipereutróficos (Tabela 4). Esses dados são preocupantes, visto que fica evidente que a água volta para o corpo receptor do reservatório com a qualidade muito inferior à água que chega. A eutrofização causa desequilíbrio no ecossistema aquático que altera atributos físicos, químicos e biológicos podendo levar a exclusão de algumas espécies nativas e levar a um crescimento populacional de outras (WATSON et al, 1997 *apud* ANDREOLI & CARNEIRO, 2005), deste modo, o constante descarte dessa água sem tratamento coloca ainda mais em risco esse ambiente.

Tabela 3. Classificação do estado trófico com ponderação para fósforo e clorofila segundo o Índice de Carlson (1977), modificado por Lamparelli (2004) para lagos e reservatórios.

ESTADO TRÓFICO	CRITÉRIO
Ultraoligotrófico	IET <47
Oligotrófico	47 < IET <52
Mesoligotrófico	52 < IET <49
Eutrófico	59 < IET <63
Supereutrófico	63 < IET <67
Hipereutrófico	IET >67

Tabela 4. Classificação do estado trófico dos locais de acordo com os valores encontrados para cada local.

<b>LOCAL</b>	<b>IET</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO</b>
Captação	66,8913	Supereutrófico
T1	79,0713	Hipertrófico
T2	77,79724	Hipertrófico
T3	76,99255	Hipertrófico
Escoamento	81,19403	Hipertrófico

Apesar da maioria dos parâmetros físico-químicos estarem dentro dos recomendados pela Resolução 357/05 do CONAMA (Tabela 2), o Índice de Estado Trófico dos locais estudados encontram-se críticos, sendo os que passam por manejo para a produção, classificados como hipereutróficos. De acordo com Favacho (2017) a maioria dos sistemas de piscicultura no Brasil apresenta riscos à qualidade da água no corpo receptor por não possuir um sistema de tratamento de efluente, portanto sugere-se que seja aplicado um manejo para o melhoramento da qualidade da água efluente.

Com base no sucesso do tratamento de esgotos domésticos e industriais, os “*constructed wetlands*” são, de acordo com Henry-Silva e Camargo (2008), uma ferramenta útil, para o tratamento do efluente de piscicultura, pois atuam como um biofiltro retendo os nutrientes por meio da utilização de macrófitas aquáticas. Estudos como os de Borges, (2005); Gentelini et al. (2008); Assunção (2011); Castro (2017) e Marques (2017) evidenciaram essa eficiência no tratamento de efluentes de piscicultura.

## 6. CONCLUSÃO

Em virtude dos dados mencionados foi possível notar que o manejo realizado na estação de piscicultura da UHE da Pedra do Cavalo são suficientes para degradar ainda mais a qualidade da água efluente que vai para o reservatório. Foi visto que a água do canal de captação proveniente do reservatório já se encontra em um elevado grau de trofia. Durante o manejo nos tanques, foi possível ver que a água vai adquirindo características mais distintas da água do canal de captação, e esta situação se agrava ainda mais quando a água vai para o canal efluente, visto que ocorre o encontro da água de drenagem de todos os tanques. Apesar de alguns parâmetros estarem em conformidade com a Resolução CONAMA 357/05, a água foi classificada como super e hipereutrófica devido as elevadas concentrações de clorofila e fósforo, uma vez que são as principais indicadoras de estado trófico. No que concerne o zooplâncton, os valores encontrados de diversidade, abundância e riqueza condizem com as características desses ambientes eutrofizados mostrando que houve uma relação entre o estado trófico com esses organismos. Este trabalho oferece subsidio para posteriores estudos de impacto ambiental sobre o reservatório da UHE Pedra do Cavalo.

## 7. REFERÊNCIAS

- ALLAN, J. D. Life History Patterns in Zooplankton. **The American Naturalist**, Chicago. v. 110, n. 971. P. 165-180, 1976.
- ANDREOLI, C. V.; CARNEIRO, C. **Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados**. Curitiba: Sanepar, 2005. 500 p.
- AMARAL, A. C. Z.; NALLIN, S. A. H. **Biodiversidade e ecossistemas bentônicos marinhos do Litoral Norte de São Paulo, Sudeste do Brasil** Campinas, SP: UNICAMP/IB, 2011.
- ARAÚJO, A. P. de; NOGUEIRA, E. M. de S. Zooplâncton como bioindicador das águas do reservatório natural do povoado Olhos D'água do Souza, Glória, Bahia, Brasil. **Revista Ouricuri**, Paulo Afonso, Bahia, v.6, n.2, p.001-016. mai./ago., 2016.
- ARRUDA, G. A. et al. **Rotíferos como indicadores da qualidade da água em sistemas de criação de peixes no rio São Francisco, Jatobá (PE)**. LEPLANC 007. 2011.
- ASSUNÇÃO, A. W. de A. **Tratamento de efluentes de piscicultura utilizando sistema wetland povoado com espécies de macrófitas aquáticas de três tipos ecológicos diferentes**. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, Jaboticabal, 2011.
- BARBIERI E. et al. Avaliação dos Impactos ambientais e socioeconômicos da aquicultura na região estuarina-lagunar de Cananéia, São Paulo, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada / Journal of Integrated Coastal Zone Management**, 14(3):385-398 2014.
- BOCK C. L. & PADOVANI C. R. Considerações sobre a reprodução artificial e alevinagem de pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887) em viveiros. **Acta Scientiarum** 22(2):495-501, 2000.
- BORGES, A.K. P. **Despoluição de águas superficiais e efluentes de piscicultura através de sistemas construídos de áreas alagadas** (constructed wetland). Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro. Rio Claro, 2005.

- BOTELHO, R. G.; TORNISIELO, V. L. Avaliação espaço temporal da Clorofila-a e do Índice de Estado Trófico no rio Piracicaba, São Paulo, Brasil. **HOLOS Environment**, v.14 n.2. 2014. 124p.
- BOYD, C. Water quality management for ponds fish culture. In: **Developments in aquaculture and fisheries Science**. 9. ed. Elsevier. 318p. 1992
- BRASIL, Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2018**: informe anual / Agência Nacional de Águas. -- Brasília: ANA, 2018. 72p. li
- BRASIL, **Anuário peixe BR da piscicultura 2019**. 2019 148 p.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n.001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – **RIMA. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 17 fev. 1986.
- BRASIL, Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS** / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília : Funasa, 2014. 112 p.
- BRITO, L. T. **Análise de brânquias de peixes expostos às águas de ambiente lântico**. Rio Claro, 2009. Monografia. Instituto de biociências, UNESP.
- CARDOSO, A. R. et al. Levantamento de zooplâncton em piscicultura da estância turística de santa fé do sul – SP<sup>1</sup>. **Revista Funec Científica – Multidisciplinar**, Santa Fé do Sul (SP), v.5, n.7, p.49-61, jan./dez. 2016.
- CARDOSO, L. S. et al. composição, densidade e abundância das populações de Cladocera, Copepoda e Rotífera de áreas de proteção permanente do rio Uberabinha. **Em Extensão**, Uberlândia, v. 7, n. 2, p. 95 - 106, 2008.
- CARLSON, R. E. A trophic state index for lakes. **Limnology and Oceanography**. Waco, v 22, n 2, p 361-369, 1977.
- CASTRO, G. M. de treatment of dairy effluents in wetlands systems with floating aquatic macrophytes. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v. 11, n. 2, p. 25-37, 2017.

- CETESB **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo.** (301 p.) : [recurso eletrônico]. São Paulo, 2018.: 301 p. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>>
- CETESB, **Determinação de Clorofila a e Feofitina a: método espectrofotométrico.** 2014. 3ª Ed. 14p.
- CHANEY, A.L.; MARBACH, E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clin. Chem.**, v.8, p.130-132, 1962.
- COELHO-BOTELHO, M. J. Dinâmica da Comunidade Zooplanctônica e sua Relação com o Grau de Trofia em Reservatórios. 2003. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/314279710>.
- CORDEIRO D. A. **Larvicultura, alevinagem e manejo no transporte de alevinos e juvenis de surubins *Pseudoplatystoma ssp.*** Jataí- GO, 2014. Monografia. UFG.
- COSTA, R. L. da et al. Análise qualitativa da comunidade fitoplanctônica de uma piscicultura em Alvorada d'Oeste, Rondônia, Brasil. **Acta Agronômica.** 64 (3) 2015, p 260-267.
- DAMATO, M. ; BARBIERI E. Determinação da toxicidade aguda de cloreto de amônia para uma espécie de peixe (*Hyphessobrycon callistus*) indicadora regional. **O Mundo da Saúde.** 35(1):42-49, São Paulo, SP. 2011.
- DANTAS, Efeito das variáveis abióticas e do fitoplâncton sobre a comunidade zooplanctônica em um reservatório do Nordeste brasileiro Iheringia, **Sér. Zool.**, Porto Alegre, 99(2):132-141, 30 de junho de 2009.
- DANTAS-SILVA, L. T.; DANTAS, E. W. Zooplâncton (Rotifera, Cladocera E Copepoda) e a eutrofização em reservatórios do Nordeste brasileiro. **Oecol. Aust.**, 17(2): 243-248, 2013.
- DIETERICH F. et al. Fontes de fósforo em rações orgânicas para alevinos e juvenis de tilápia-do-nilo. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.47, n.3, p.417-424, mar. 2012
- DIEMER, O. et al. Dinâmica nictimeral e vertical das características limnológicas em ambiente de criação de peixes em tanques-rede. **Ci. Anim. Bras.**, Goiânia, v. 11, n. 1, p. 24-31, jan./mar. 2010.

- DUARTE, A. K. SILVA, A. R. de Conhecendo o zooplâncton. **Cadernos de Ecologia Aquática** 3 (2) : 43-62, ago – dez 2008.
- DUARTE, M. A. **Ciclo de vida e dinâmica populacional de espécies nativas de Copepoda Cyclopoida em cultivos de laboratório**. São Carlos, 2016. Dissertação. Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais. UFSC.
- ELER, M. N. et al. Ocorrência de Rotifera e sua relação com o estado trófico da água em pesque-pague na bacia do rio Mogi-Guaçu – SP. **Boletim Técnico do CEPTA**, Pirassununga, v. 16, p. 41-56, 2003.
- ELMOOR-LOUREIRO, L. M. A. et al. 2016. Avaliação dos Copépodos (Harpacticoida: Canthocamptidae, Parastenocarididae; Calanoida: Diaptomidae, Temoridae; Cyclopoida: Cyclopidae). Cap. 7: p. 113-125. In: Pinheiro, M. & Boos, H. (Org.). **Livro Vermelho dos Crustáceos do Brasil: Avaliação 2010-2014**. Porto Alegre, RS, Sociedade Brasileira de Carcinologia - SBC, 466 p.
- FAO. 2016. **El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016**. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. Roma. 224 pp.
- FAO, 2018. **Novo relatório da FAO aponta que produção da pesca e aquicultura no Brasil deve crescer mais de 100% até 2025**. Disponível em: <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/423722/> acesso em: 05/01/2019 às 20:34
- FAVACHO. R. da C. et al. Análise quali-quantitativa dos impactos ambientais e a piscicultura intensiva: os efluentes como fonte de impacto. **IX Simpósio Brasileiro de Engenharia Ambiental, XV Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Ambiental e III Fórum Latino Americano de Engenharia e Sustentabilidade**. Belo Horizonte, MG. 2017.
- FARIA, A. C. E. A. de et al. Avaliação dos grupos zooplânctônicos em tanques experimentais submetidos à adubação com diferentes substratos orgânicos. **Acta Scientiarum** 22(2):375-381, 2000.
- FEIDEN, I. F., et al. Qualidade da água, capacidade de suporte e melhor período para criação de peixes em tanques-rede no reservatório de Salto Caxias. **Eng Sanit Ambient**, v.20 n.4, out/dez 2015, p 589-594.



- FERRAZ, D. R.; AMARAL, A. A. Variação nictemeral dos parâmetros físico-químicos da água de um viveiro de cultivo de tilapia. **XIV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e X Encontro Latino Americano de Pós-Graduação-Universidade do Vale do Paraíba**, 21-22 oct 2010.
- FILHO, E. L. de S.; MAIA, C. H. **Qualidade da água em sistema de piscicultura em tanques-rede no reservatório da UHE Salto – Caçu-GO**. Rio Verde- Go, 2017. Monografia. UniRV.
- FONSECA A. L. **Determinação do índice de nitrato, nitrito e nitrogênio amoniacal na água da lagoa de extremoz/RN**. Natal, RN, 2017. (TCC- Bacharel) Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- GALLI, L. F.; TORLONI, C. E C. **Criação de peixes**. 3 ed. rev. – São Paulo : Nobel, 1984.
- GENTELINI, A. L. et al. Produção de biomassa das macrófitas aquáticas *Eichhornia crassipes* (aguapé) e *Egeria densa* (egeria) em sistema de tratamento de efluentes de piscicultura orgânica. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 441-448, abr./jun. 2008.
- GHIDINI, A. R.. **Distribuição vertical nictemeral de Cladocera (Crustacea: Branchiopoda) no lago Tupé, Rio Negro, Amazonas, Brasil**. 2007. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ecofisiologia, Ictiologia, Mamíferos aquáticos, Recursos pesqueiros, Aquacultura, Sistemática e Biol) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2007.
- GHIDINI, A. R.; SANTOS-SILVA, E. N. dos **Biotupé: Meio Físico, Diversidade Biológica e Sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central** volume 2 (Orgs.), UEA Edições, Manaus, 2009.
- GLORIA, L. P., HORN B. C., HILGEMANN M. Avaliação da qualidade da água de bacias hidrográficas através da ferramenta do índice de qualidade da água – IQA. **Revista Caderno Pedagógico**. Lajeado, v. 14, n. 1, p. 103-119, 2017.

- GOMES, L. K. S. et al. Análise de alguns parâmetros físico-químicos da água em tanques para cultivo de tilápias e tambaquis. **XIII jornada de ensino, pesquisa e extensão – JEPEX 2013 – UFRPE: Recife, 09 a 13 de dezembro.**
- GUERREIRO L. R. J. et al. Gerenciamento em unidade de produção de alevinos de peixes reofílicos: custos de produção e boas práticas de manejo. **Custos e @gronegocio on line** - v. 10, n. 3 – Jul/Set - 2014.
- HENRY-SILVA G. G.; CAMARGO, A. F. M. Impacto das atividades de aquicultura e sistemas de tratamento de efluentes com macrófitas aquáticas – relato de caso. **B. Inst. Pesca**, São Paulo, 34(1): 163 - 173, 2008.
- HURTADO, F. B. et al. Parâmetros limnológicos em viveiros de piscicultura semi-intensiva de tambaqui com abastecimento em disposição sequencial. **Rev. Agro. Amb.**, v. 11, n. 1, p. 9-30, jan./mar. 2018.
- INEMA – INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. 2013. CBH Paraguaçu. Disponível em: <http://www.inema.ba.gov.br/gestao-2/comites-debacias/comites/cbhparaguacu/>
- KINDLEIN, C. P. **Determinação do teor de nitratos e nitritos na água de abastecimento do município de Nova Santa Rita.** Canoas, 2010. (TCC- Bacharel) Unilasalle, Centro Universitário la Salle.
- KUBITZA, F. A evolução da tilapicultura no Brasil: produção e mercados. **Panorama da aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 76, p. 25-35, 2003.
- KUBITZA F. Manejo na produção de peixes. **Panorama da aquicultura**. Vol 18, nº 110. novembro/dezembro, 2008.
- KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes- parte II. **Panorama da AQUICULTURA**, vol.8 n 46, 1998.
- LAMAS I. R., RITA L. S., MIRANDA R. M. **Semeando águas no Paraguaçu.** Conservação internacional 2016.
- LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo:** avaliação dos métodos de monitoramento. São Paulo (BR). 2004. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

- LEYTÓN CERNA, C. E. **Degradação da amônia em Efluentes com Ácido de Caro**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Materiais e Metalurgia)-Pontifícia Universidade Católica de Rio de Janeiro, Rio de Janeiro 2008.
- LOPES, H. S. S. **Avaliação de atributos químicos e de bioindicadores da qualidade da água sob diferentes ações antrópicas na bacia do rio Canoas no Estado de Santa Catarina**. Lages- SC, 2017. Tese. Pós-Graduação em Ciência do Solo, UDESC.
- LOURDES, M. A.; ELMOOR-LOUREIRO N. **Manual de identificação de Cladóceros límnicos do Brasil**. Brasília: Universa, 1997
- LOUREIRO, R. B. et al. Comunidades zooplanctônicas em sistemas de criação de peixes. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, 37(1): 47 – 60, 2011.
- LUBZENS, E. et al. Biotechnology and aquaculture of rotifers. **Hydrobiologia**, v.446/447, p.337-353, 2001.
- MACEDO, C. F; SIPAUBA-TAVARES, L. H. Comunidade planctônica em viveiros de criação de peixes, em disposição sequencial. **B. Inst. Pesca**, São Paulo, 31(1): 21 - 27, 2005.
- MACEDO, C. F; SIPAUBA-TAVARES, L. H. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, 36(2): 149 – 163, 2010.
- MACKERETH, F.J.H., HERON, J. & TALLING, J.F. 1978. **Water analysis: some revised methods for limnologists**. Freshwater Biological Association, London. 121p. (Scientific Publications, 36).
- MARQUES, E. A. T. **Piscicultura e sistema de wetland construída no semiárido : características e potencialidades**. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Recife, 2017.
- MARTINS M. S. & CALDEIRAS C. Q. Congresso Mineiro de Inovações agropequárias 9º Congresso Mineiro De Inovações Agropecuárias Mudanças Climáticas E Seus Efeitos Na Produção Animal E Vegetal Unipam – PATOS DE MINAS, 2016. **Qualidade da**

**água e desempenho de alevinos de tilápias do nilo (*Oreochromis niloticus*), alimentados com diferentes níveis de proteína.**

MATSUMURA-TUNDISI, T. & SILVA, W. M. **Crustáceos copépodes planctônicos**. In: ISMAEL ISMAEL, D.; VALENTI, W. C.; MATSUMURA-TUNDISI, T. & ROCHA, O. (Eds.) Biodiversidade do Estado de São Paulo 4: Invertebrados de água doce. São Paulo: Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo, 1999. p.91-100.

MATSUMURA-TUNDISI, T., & TUNDISI, J. G., 2003. Calanoida (Copepoda) species composition changes in the reservoirs of São Paulo State (Brazil) in the last twenty years. **Hydrobiologia**, 504 (1-3), 215-222.

MERCANTE C. T. et al. **A importância do fósforo na produção ambientalmente sustentável em aquicultura**. 2009.

MILLANI, T. J. **Subsídio à avaliação do ciclo de vida do pescado: avaliação ambiental das atividades de piscicultura e pesque-pague, estudo de caso na bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu**. São Carlos, 2007. Dissertação. Mestrado de Pós-Graduação e Área de Concentração em Ciências da Engenharia Ambiental – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.

MORAIS J. P. de **Qualidade da água na piscicultura: um estudo de caso em comunidades rurais do município de Formiga – MG**. XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Brasília- DF, 2015.

MURPHY, J.; RILEY, J. P. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. **Analytica Chimica Acta**, v.27, p.31-36, 1962. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.bbr.2011.03.031>>.

NEVES, G. P. **Efeitos do tempo de residência, morfometria e estado trófico sobre as assembléias de microcrustáceos (Cladocera e Copepoda) dos reservatórios de Chavantes e Salto Grande (rio Paranapanema, SP/PR)**. Botucatu : [s.n.], 2008. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu.

NOGUEIRA, M.G. Zooplankton composition dominance and abundance as indicators of environmental compartmentalization in Jurumirim Reservoir (Paranapanema River), São Paulo, Brasil. **Hydrobiologia**, v.455, n 1-3, pp.1-18, 2001.

- NUSH, E. A. 1980. Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination. *Archiv für Hydrobiologie Beiheft Ergebnisse der Limnologie* 14: 14-36RAZ-
- OLIVEIRA-NETO A. L. & MORENO. H. **Rotíferos**. In: JOLY C. A. & BICUDO, C. E. M. (org.) Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: invertebrados de água doce. São Paulo: FAPESP, v. 4, 1999. p. 39-52.
- OLIVEIRA, S. S. et al. **Potenciais impactos ambientais da aquicultura: carcinicultura de cativoiro**. In: Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 30. AIDIS, 2006. p. 1-7.
- OLIVEIRA, T. B. et al. Rotíferos como indicadores da qualidade de água em cultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*) com utilização de águas salobras **Acta Fish. Aquat. Res.** (2015) 3 (1): 65-76p.
- PERBICHE-NEVES, G. et al. 2016. Cyclopoid copepods as bioindicators of eutrophication in reservoirs: Do patterns hold for large spatial extents? **Ecological Indicators**, 70, 340-347.
- PEREIRA L. P. F.; MERCANTE, C. T. J. A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água. uma revisão. **B. Inst. Pesca**, São Paulo, 31(1): 81 - 88, 2005.
- PIELOU, E.C. **The interpretation of ecological data; a primer on classification and ordination**. New York, Wiley, 1984
- REIS, K. P. de, et al. comparação da comunidade zooplancônica de dois corpos d'água da Serra da Mantiqueira-MG. **XI Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 11, n. 1, 2015, pp. 62-76.
- REIS, V. R. **Feminização de tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) com administração de 17β-estradiol na dieta**. Manaus, 2015. Dissertação, (Mestrado em Ciências Pesqueiras nos Trópicos) UFA.
- ROCHA, O. et al. Checklist de Cladocera de água doce do Estado de São Paulo. **Biota Neotrop.**, vol. 11(Supl.1). 2011.

- ROCHA, O. & GÜNTZEL, A. 1999. **Crustáceos Branchiopodos. In Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX** (D. Ismael, W.C. Valenti, T. Matsumura-Tundisi, & O. Rocha, eds.). FAPESP, São Paulo, p. 107-20. v. 4, Invertebrados de Água Doce.
- RUPPERT, E. & BARNES, R. D. 1996. **Zoologia dos Invertebrados**. 6ª ed., Roca Ed., São Paulo. 1029p.
- SAMPAIO F. G. et al. Monitoramento e gestão ambiental da piscicultura em tanques-rede em reservatórios. **Informe agropequário**, Belo Horizonte, v. 34, n. 272, p. 1-11, jan./fev. 2013.
- SCHALCH, S. H. C. Os benefícios do alimento vivo na criação de tilápias nilóticas. **Pesquisa & Tecnologia**, vol. 10, n. 2, Jul-Dez 2013.
- SEGERS, H. Rotifera: Monogononta. (Ed.). **Freshwater**. 2004.
- SILVA, U. J. da et al. **Qualidade da água na criação de tambaqui: um estudo de caso**. VI JICE 2015.
- SILVA, V. K. et al. S/D. **Qualidade da água na Piscicultura**, Departamento de zoologia-UFLA.
- SILVERT, W. Assessing environmental impact of finfish aquaculture in marine waters. **Aquaculture**, 107: 67-79. 1992.
- SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Variação diurna de alguns parâmetros limnológicos em três viveiros de piscicultura submetidos a diferentes tempos de residência. **Acta Limnológica Brasiliensia**. Vol. 8, p 29-36. 1996.
- SOARES, M.C.S; LÜRLING, M.; HUSZAR, V.L.M. Responses of the rotifer *Brachionus calyciflorus* to two tropical toxic cyanobacteria (*Cylindrospermopsis raciborskii* and *Microcystis aeruginosa*) in pure and mixed diets with green algae. **Journal of Plankton Research**, Oxford. v. 32, n. 7, p. 999–1008, 2010.
- SOUZA, et al., A comunidade zooplânctônica e seu uso como bioindicadora do estado trófico de uma região do reservatório da UHE de Furnas. **IX Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 9, n. 11, 2013, pp. 546-559.

TAVARES-DIAS M. et al., **Sanidade do Tambaqui *Colossoma macropomum* nas Fases de Larvicultura e Alevinagem**. Macapá: Embrapa Amapá; Manaus: Universidade Nilton Lins, Instituto de Pesquisas da Amazônia, 2013.

TEIXEIRA, A. M. G. **Qualidade da água e estrutura da comunidade zooplanctônica em uma lagoa com atividade de piscicultura em tanques-rede no médio Rio Doce – MG**. Minas Gerais, 2015. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre. UFMG.

TOLEDO J. J.; CASTRO, D. Avaliação do impacto ambiental causado por efluentes de viveiros da estação de piscicultura de Alta Floresta- Mato Grosso. **Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.2, n.1, p.13-31, 2003.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: oficina de textos, 2008. 631p.

VEADO, L. **Variação espaço-temporal do zooplâncton no baixo estuário do Rio Itajaí-Açu, SC**. Itajaí-SC, 2008 Dissertação (mestrado) Ciência e Tecnologia Ambiental. Universidade do Vale do Itajaí.

VON SPERLING M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2 ed. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 1996. 243 p

WANDENESS A. P. **Ecologia e taxonomia da associação de Copepoda Harpacticoida no talude da Bacia de Campos, RJ, Brasil**. Recife, 2009. Tese (doutorado) Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia.