

# Composição da comunidade planctônica na fase de recria de *Colossoma macropomum* em viveiros escavados.

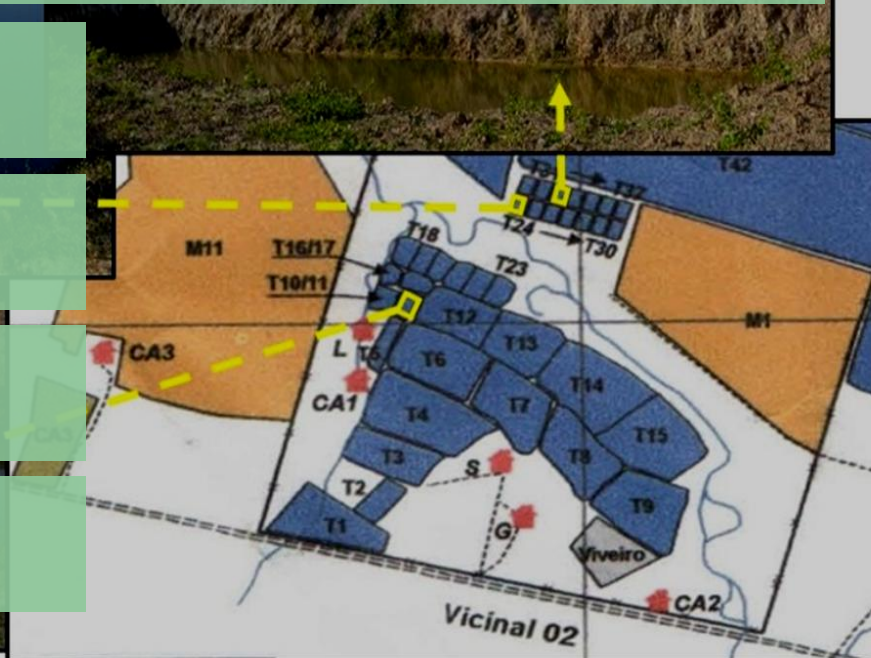
[https://periodicos.uerr.edu.br/index.php/casa\\_de\\_makunaima/article/view/970](https://periodicos.uerr.edu.br/index.php/casa_de_makunaima/article/view/970)

Muara Santana Nascimento  
Universidade Estadual de Roraima/UERR  
<https://orcid.org/0000-0003-3417-1791>

Sandro Loris  
EMBRAPA-RR  
<https://orcid.org/0000-0002-6051-6821>

Núbia Abrantes  
Universidade Federal de Roraima/UFRR

Ronilson Cavalcante  
Universidade Estadual de Roraima/UERR  
<https://orcid.org/0000-0001-6141-3464>



## RESUMO

O trabalho teve o objetivo de avaliar a composição da comunidade planctônica na fase de recria de alevinos/juvenis de tambaqui em viveiros escavados, no Município do Cantá, Roraima. Foram estocados aproximadamente 700.000 peixes com comprimento médio padrão de 2-5 cm, distribuídos em três viveiros no total de 1.776,13 m<sup>2</sup>, com três repetições em delineamento inteiramente casualizado. Os peixes foram alimentados quatro vezes ao dia, com ração comercial para juvenis, durante quarenta e cinco dias. Com base em amostragens quinzenais foram avaliadas a comunidade planctônica (fitoplâncton e zooplâncton) e as variáveis físicas e químicas (temperatura da água, oxigênio dissolvido, gás carbônico, potencial hidrogeniônico, amônia, nitrito e fósforo total). Os viveiros escavados da piscicultura apresentaram uma cobertura de plâncton em 100% de sua extensão durante a fase de recria. A composição da comunidade fitoplanctônica foram *Bacillariopyceae*, *Chlorophyceae*, *Cyanophyceae*, *Chlamydomphyceae*, *Euglenophyceae*, *Xanthophyceae* e *Zygnemaphyceae*. E da comunidade zooplanctônica constituíram *Copepoda*, *Rotifera*, *Cladocera*, *Insecta* e *Nematoda*. Os resultados qualitativos e quantitativos das comunidades estudadas dos viveiros e na caracterização das espécies que ocorreram na fase de recria do tambaqui, podemos considerá-los como uma boa ferramenta para avaliação do grau de trofia dos sistemas. As variáveis físicas e químicas atenderam as condições básicas para que o tambaqui na fase de alevinagem/recria pudesse ser cultivado nos viveiros, demonstrando a necessidade de um controle da qualidade da água mais frequente e preciso, pois estas variáveis sofrem flutuações constantes ao longo do dia por ação antrópica, regime alimentar e abastecimento e da comunidade planctônica.



**Palavras-chave:** Aquicultura, limnologia, nictemeral, alevinos.

## ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the composition of the planktonic community in the growing phase of fingerlings / juveniles of tambaqui in excavated nurseries, in the municipality of Cantá, Roraima. Approximately 700,000 fish with standard average length of 2-5 cm were stocked, distributed in three ponds with a total of 1.776,13 m<sup>2</sup>, with three replications in a completely randomized design. The fish were fed four times a day, with commercial ration for juveniles, for forty-five days. Based on biweekly samplings, they were evaluated in planktonic community (phytoplankton and zooplankton) and as variables and components (water temperature, dissolved oxygen, carbon dioxide, hydrogen potential, ammonia, nitrite and total phosphorus). The excavated fish ponds dissipated a plankton cover over 100% of their length during a rearing phase. The composition of the phytoplankton community were *Bacillariopyceae*, *Chlorophyceae*, *Cyanophyceae*, *Chlamydomphyceae*, *Euglenophyceae*, *Xanthophyceae* and *Zygnemaphyceae*. And from the zooplankton community constituted *Copepoda*, *Rotifera*, *Cladocera*, *Insecta* and *Nematoda*. The qualitative and quantitative results of the communities studied in the nurseries and in the characterization of the species that occurred in the recreation phase of tambaqui, we can consider them as a good tool for evaluating the degree of trophicity of the systems. The physical and chemical variables met the basic conditions so that tambaqui in the hatchery/recreation stage could be cultivated in nurseries, demonstrating the need for more frequent and accurate water quality control, as these variables undergo constant fluctuations throughout the day by anthropic action, diet and supply, and by the planktonic community.

**Keywords:** Aquaculture, limnology, nictemeral, fingerlings.

## 1 INTRODUÇÃO

A produção do tambaqui (*Colossoma macropomum* (1818)) é realizada principalmente em viveiros escavados no sistema semi-intensivo. Sua criação tem sido impulsionada pelo fato do tambaqui apresentar alto valor comercial e excelente aceitação do consumidor, crescimento rápido durante a fase jovem, hábito alimentar frugívoro/zooplânctófago, adaptação fisiológica e anatômica aos ambientes com baixa concentração de oxigênio e pode ser cultivado em altas densidades (MELO; IZEL; RODRIGUES, 2001).

Devido o valor do plâncton na alimentação de peixes, o cultivo de tambaqui é desenvolvido em viveiros fertilizados, dispondo de novas tecnologias para melhor aproveitamento dos organismos planctônicos, favorecendo todas as fases do peixe, pois se alimenta de zooplâncton durante toda sua vida e tem um ótimo desempenho zootécnico, apesar de não ter sido quantificado a real contribuição do alimento natural na biomassa produzida em viveiro e/ou tanque de criação (SIPAÚBA-TAVARES; BRAGA, 2007; PRIETO; ATENCIO, 2008; CAVERO; RUBIM; PEREIRA, 2009; PAULA, 2009).

O fitoplâncton apresenta papel fundamental na estrutura e funcionamento de ecossistemas aquáticos de água doce. Em corpos de água, as algas contribuem com grande proporção da produtividade primária e podem exercer influência em outros componentes do ecossistema, como o zooplâncton, macrófitas e macroinvertebrados (PASZTALENIC; PONIEWOZIK, 2010).

A qualidade e a quantidade de fitoplâncton, na água são influenciadas pela quantidade de nutrientes disponível. Em aquicultura, são utilizadas técnicas para fertilização de tanques e viveiros com o objetivo de aumentar a biomassa fitoplanctônica, que serve de alimento aos

organismos aquáticos, bem como a utilização de arraçoamento. E algumas vezes essas técnicas são empregadas em excesso causando eutrofização (SIPAÚBA-TAVARES; LOURENÇO; BRAGA, 2010).

Também tem sido utilizado como ferramenta para monitorar a qualidade da água (monitorando o impacto da eutrofização) e duas características básicas são fundamentais para a aplicação de diferentes índices: abundância e estrutura da comunidade. As espécies fitoplanctônicas apresentam estratégias adaptativas morfológicas e fisiológicas para sobreviverem em diferentes ambientes (REYNOLDS, 1998). Utilizando-se destes atributos, Reynolds, Huszar, Kruk, Naselli-Flores e Melo (2002) definiram diversos grupos funcionais que podem dominar ou co-dominar um dado ambiente.

Diante do exposto, este trabalho tem por objetivo avaliar a composição da comunidade planctônica em viveiros escavados durante a fase de recria do tambaqui em viveiros escavados.

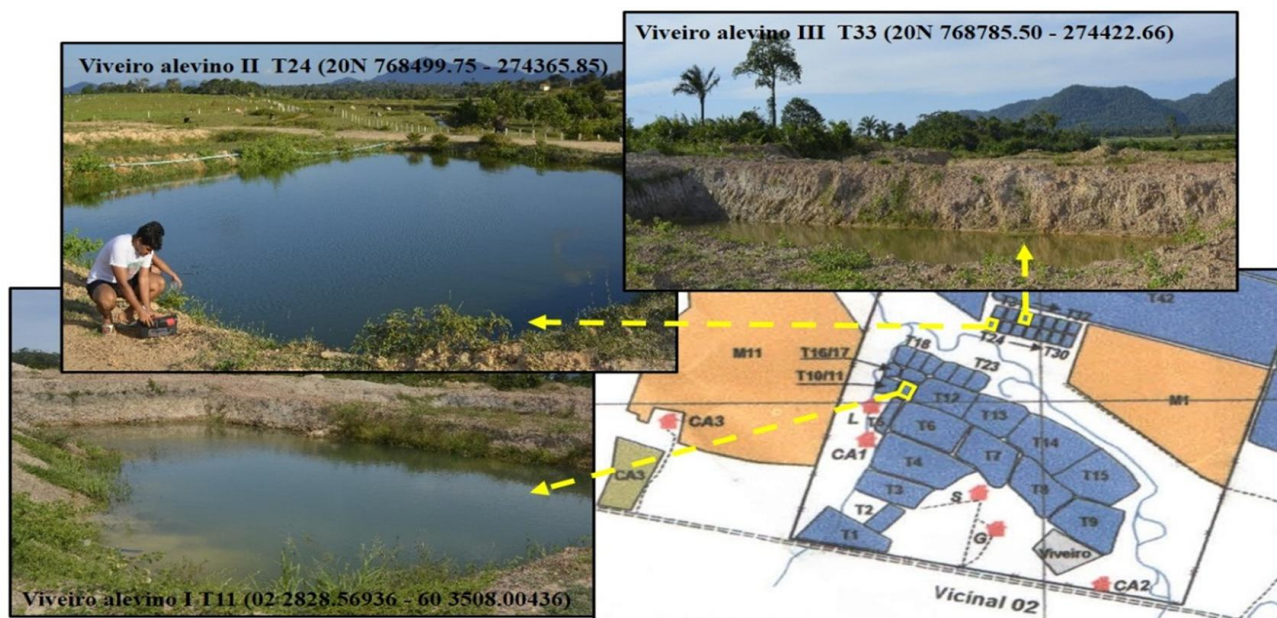
## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo

A pesquisa foi conduzida na Agropecuária Carvalho, na fazenda "2 irmãos", localizada na vicinal 02 no Município do Cantá, Roraima, Brasil, nas coordenadas geográficas 2° 28' 19,23" N e 60° 35' 02,27" O, compreendendo a infraestrutura da piscicultura na propriedade.

A piscicultura é constituída por setenta e três (73) viveiros escavados de fundo natural com disposição sequencial onde se pratica a criação semi-intensiva nas fases de alevinagem/recria e engorda de tambaqui para fins comerciais. Os três (3) viveiros de alevinagem usados para o experimento foram identificados como: viveiro alevino I com 639,9 m<sup>2</sup>, viveiro alevino II com

**Figura 1:** Identificações dos viveiros escavados de alevinos estudados na fase de recria da piscicultura Agropecuária Carvalho, no Município do Cantá-RR.



**Fonte:** Acervo próprio e colaboradores (pesquisa in loco, 2015).

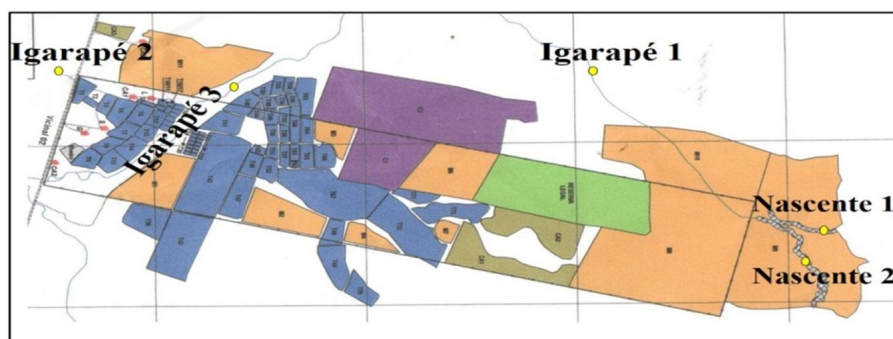
617,05 m<sup>2</sup> e viveiro alevino III com 519,18 m<sup>2</sup>, uma área superficial total de 1.776,13 m<sup>2</sup> e profundidade média de 1,30 m. Estes viveiros foram construídos a menos de um ano, e nenhuma preparação foi realizada para receber os peixes na fase de recria (Figura 1).

Os três viveiros utilizados para o desenvolvimento do trabalho são abastecidos com água proveniente de duas nascentes que têm origens na Serra Grande formando o igarapé 01, já os igarapés 02 e 03 têm suas origens na propriedade ao lado. Os viveiros escavados na fase de recria são abastecidos das seguintes maneiras: o viveiro alevino I é abastecido pelo igarapé 02, e os viveiros alevinos II e III a água das duas nascentes e o igarapé 01 são canalizados em um grande viveiro com algumas espécies de macrófitas aquáticas, onde não há cultivo de peixes, e posteriormente a água é transferida para os viveiros subsequentes (Figura 2). Os efluentes dos viveiros escavados

estudados, durante o ciclo de produção são despejados diretamente no igarapé 03, sem nenhum tratamento prévio.

Os peixes cultivados no empreendimento foram alimentados com ração comercial de peixes onívoros com 60% de proteína bruta para larvas; e com 32% de proteína bruta para alevinos/juvenis na recria, seguindo o manejo recomendado pelo fabricante. O arraçoamento dos peixes durante a alevinagem foi realizada quatro vezes ao dia, totalizando cerca de 9 Kg, no período do estudo.

**Figura 2:** Identificações das fontes de abastecimentos dos viveiros escavados da piscicultura Agropecuária Carvalho, no município do Cantá-RR.



**Fonte:** Acervo colaborador (2015).

Os arredores dos viveiros da piscicultura sofrem influências de pastagens e criações de animais domésticos. Assim, o ambiente estudado poderia ter intervenção negativa do entorno, contribuindo para o enriquecimento da água dos viveiros, principalmente no período de elevada precipitação.

## 2.2 Procedimento de amostragem

A duração do experimento foi de quarenta e cinco (45) dias de um ciclo de criação de tambaqui, tendo início no mês de agosto e término no mês de outubro de 2015. Realizaram-se duas coletas nictemerais (dias 08 e 09 de setembro; e 07 e 08 de outubro de 2015) e duas coletas pontuais (dias 18 de agosto e 24 de setembro de 2015), contemplando o início do povoamento dos viveiros de alevinos/juvenis na fase de recria, com tamanho entre 02 a 05 cm (Figura 3).

Para acompanhar os quarenta e cinco dias da fase de recria das variáveis físicas e químicas (temperatura da água, potencial hidrogeniônico, oxigênio dissolvido, gás carbônico, amônia,

nitrito e fósforo total) foram feitas amostragens durante as primeiras horas do dia, de forma manual com auxílio de uma garrafa pet com tamanho padronizado de dois litros (2 l), devidamente limpa e identificada na subsuperfície (aproximadamente 20 cm) da coluna d'água, após as coletas as garrafas eram alocadas e transportadas do campo ao laboratório de Organismos Aquáticos da Amazônia - LOAM, onde foram analisadas; as outras variáveis físicas e químicas (temperatura da água, potencial hidrogeniônico e oxigênio dissolvido) foram medidas in loco, mediante aparelhos específicos. A comunidade planctônica foi coletada com auxílio de redes de plâncton de 20 µm conforme metodologia descrita por Pinto-Coelho (2004) e Sant'Anna, Gentil e Silva (2006). Essas amostras foram homogeneizadas e fixadas em Solução Transeau na proporção 6:3:1 (BICUDO; BICUDO, 1970), sendo acondicionados em frascos de vidro para posterior análise. Foram estabelecidos três viveiros de amostragem, onde cada local foi considerado uma repetição.

**Figura 3:** Peixes alocados nos viveiros escavados na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.



**Fonte:** Acervo pessoal (pesquisa in loco, 2015).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Composição e densidade do fitoplâncton

Os viveiros escavados da piscicultura apresentaram uma cobertura de plâncton em 100% de sua extensão durante a fase de recria. A composição da comunidade fitoplanctônica dos três viveiros estudados totalizaram quatro (04) divisões, distribuídas em sete (07) classes, vinte e nove (29) gêneros e dezessete (17) espécies (Tabela 1).

Para os três viveiros a Chlorophyceae (49%) foi a classe mais representativa, sendo reforçado por Tucci et al. (2006), pois afirmam que em corpos d'água de diferentes condições climáticas, ambientais e graus de trofia, esta classe demonstra ampla distribuição e quase sempre dominantes em número. E ainda, Macedo e Sipaúba-Tavares (2005), observaram em viveiros de piscicultura uma elevada abundância desses organismos. As outras classes existentes nos viveiros estudados foram: *Zygnemaphyceae* (16%), *Cyanophyceae* (13%), *Bacillariopyceae* (11%), *Euglenophyceae* (5%), *Chlamydoephyceae* (3%) e *Xanthophyceae* (3%).

O crescimento do fitoplâncton depende de dois fatores principais: disponibilidade de luz e nutrientes (REYNOLDS, 2006). Nos viveiros de piscicultura, a profundidade da zona eufótica e a quantidade de nutrientes disponíveis introduzidos artificialmente, não constituíram fatores limitantes ao desenvolvimento do fitoplâncton, nestes viveiros observamos um aumento na riqueza de espécies durante a pesquisa, devido à incidência da luz solar, a ração, vegetação e a água que era

proveniente de outros viveiros que já sofria influência por estar acumulada e coberta por macrófitas aquáticas que resulta em alterações progressivas do ambiente sendo uma intervenção direta alogênica e autogênica.

Considerando as contribuições das diferentes classes fitoplanctônicas nos viveiros estudados, as classes Chlorophyceae e *Zygnemaphyceae* foram as que se destacaram qualitativamente. Os grupos são conhecidos por algas verdes,

**Tabela 1:** Relação das espécies fitoplanctônicas identificadas dos viveiros escavados na fase de recria da piscicultura Agropecuária Carvalho, Município do Cantá-RR.

Divisão	Classe	Gênero/espécie	
Chlorophyta	Chlorophyceae	Ankistrodesmus falcatus (Corda, 1938)	
		Ankistrodesmus fusiformis (Corda, 1838)	
		Ankistrodesmus gracilis (Corda, 1838)	
		Ankistrodesmus spiralis (Corda, 1838)	
		Coelastrum microporum (Nägeli in Kützing, 1849)	
		Coelastrum proboscideum (Nägeli in Kützing, 1849)	
		Desmodesmus protuberans (Fritsch e Rich, 1929)	
		Golenkinia sp. (Chodat, 1894)	
		Kirchneriella contorta (Bohlin, 1897)	
		Kirchneriella lunaris ((Kirchner) Mobius, 1894)	
		Nephrocycium sp. (Nägeli, 1849)	
		Pediastrum duplex (Meyen, 1829)	
		Scenedesmus acuminatus (Meyen, 1829)	
		Scenedesmus linearis (Meyen, 1829)	
		Scenedesmus sp. (Meyen, 1829)	
		Schoederia sp. (Lemmermann, 1898)	
		Treubaria sp. (C. Bernard, 1908)	
Zygnemaphyceae	Zygnemaphyceae	Ulothrix aequalis (Kützing, 1845)	
		Closterium sp. (Nitzsch ex Ralfs, 1948)	
		Cosmarium pyramidatum (Brébisson ex Ralfs, 1848)	
		Cosmarium sp. (Corda ex Ralfs, 1848)	
		Euastrum sp. (Ralfs, 1848)	
		Spirogyra sp. (Link in Needs, 1820)	
		Staurostrum sp. (Meyen ex Ralfs, 1948)	
		Aphanocapsa sp. (Nägeli, 1849)	
		Aphanothece sp. (Nägeli, 1849)	
		Microcystis sp. (Kützing, 1833)	
Cyanophyta	Cyanophyceae	Oscillatoria sp. (Vaucher ex Gomont, 1892)	
		Euglena sp. (Ehrenberg, 1830)	
Euglenophyta	Euglenophyceae	Trachelomonas sp. (Ehrenberg, 1833)	
		Achnanidium minutissimum (Kützing) Czarnecki, 1994	
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Gomphonema parvulum (Ehrenberg, 1832)	
		Navicula cryptotenella (Bory, 1822)	
		Pinnularia sp. (Ehrenberg, 1843)	
		Chlamydoephyceae	Gonium sp. (Müller, 1773)
			Xanthophyceae

**Fonte:** Elaboração própria (2015).

compostos por pequenas algas de rápido crescimento, as quais são selecionadas por condições satisfatórias de luz e nutrientes por terem um ciclo de vida variado e possuem uma

alta relação superfície/volume e se distinguem de outras algas por caracteres ultraestruturais (FARIA; HAYASHI; SOARES, 2000).

Neste sentido, os resultados confirmaram que as espécies pertencentes à divisão Chlorophyta corresponderam à metade dos componentes do fitoplâncton na sua ampla distribuição nos viveiros estudados por possuírem todos os itens necessários para seu crescimento, clima de luz subaquático pelos viveiros serem de baixa profundidade, a estabilidade da coluna d'água que separa luz e nutrientes, autosombreamentos das algas pela vegetação, por sedimentação e também apresentam um papel fundamental na manutenção da vida aquática, além de servirem de alimento para os alevinos, pois tem alto teor nutritivo favorecendo o crescimento e a sobrevivência das espécies cultivadas.

Outros trabalhos para fins de cultivo de organismos aquáticos também tiveram aumento da participação relativa dos grupos Chlorophyceae e Zygnemaphyceae que podem ser benéficos, uma vez que peixes herbívoros consomem organismos pertencentes a estes grupos e são organismos capazes de converter e disponibilizar a energia luminosa para os demais elos da cadeia trófica (ABDEL-TAWWAB, 2011; BORTOLUCCI; PEDROSO-DE-MORAIS, 2011).

De modo geral, as densidades fitoplanctônica nos viveiros de alevinos foram de 25.835 ind.ml<sup>-1</sup>. A classe que mais contribuiu para a densidade total foi Chlorophyceae (37%) seguida da classe Cyanophyceae (21%), Bacillariophyceae (19%), Zygnemapyceae (15%), Euglenopyceae (6%), Chlamydoephyceae (1%) e Xanthopyceae (1%) (Tabela 2).

A maior riqueza numérica de táxons pertenceu às clorofíceas com predominância significativa em densidade confirmando que a espécie do grupo foi predominante no plâncton de água doce durante toda a pesquisa, favorecido pelos viveiros com baixa profundidade e

luminosidade solar. Apesar da *Cyanophyceae* não terem sido a classe com maior diversidade de espécies da comunidade foram constante nas amostras coletadas, apresentando um aumento gradativo, o que pode estar relacionado com o abastecimento dos viveiros de tipo sequencial, que gera uma acumulação.

Segundo Reynolds (1997) e Borges et al. (2010) o desenvolvimento se dá em ambientes rasos e eutróficos possibilitando sua distribuição em todos biótopos do ecossistema sobre macrófitas aquáticas, interface água-ar, estabilidade física da coluna d'água com suas adaptações morfológicas, quando ocorre maior revolvimento da água e ressuspensão do sedimento, devido à baixa profundidade dos viveiros de criação de peixes, são aptas a dominarem sob boas condições ou mesmo sobreviver em ambientes com grande redução dos nutrientes (SIPAÚBA-TAVARES; ROCHA, 2003).

### 3.2 Abundância relativa e frequência de ocorrência e espécies descritoras do fitoplâncton

A lista de espécies com sua abundância relativa e frequência de ocorrência nos viveiros durante a fase de alevinagem/recria do tambaqui estão apresentadas na Tabela 2. As espécies descritoras foram definidas a partir de taxa que contribuíram pelo menos 5% para a densidade total do fitoplâncton, seguindo o critério (SOMMER; PADISÁK; REYNOLDS; JUHÁSZ, 1993).

Os resultados da abundância relativa, frequência de ocorrência e espécies descritoras foram análogas nos viveiros escavados. Neste estudo as espécies descritoras e ocorrentes nos viveiros foram compostos por *Desmodesmus protuberans* e *Scenedesmus* sp. (*Chlorophyceae*) destaque por sua alta taxa de crescimento e resistência à diversidade de concentração do ambiente nutritivo, além de exercer um papel fundamental na produção primária da cadeia aquática, segundo Hentschke e Torgan (2010) e

**Tabela 2:** Abundância relativa (Ar) e Frequência de ocorrência (FO) em (%) das espécies fitoplanctônicas dos viveiros escavados na fase de recria do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.

CLASSE	GENÉROS/ESPÉCIES	AR (%)	FO (%)	
Bacillariophyceae	Achnanthydium minutissimum	1,00	1,00	
	Gomphonema parvulum	0,73	0,73	
	Navicula cryptotenella	1,50	1,50	
Chlamydomphyceae	Pinnularia sp.	3,12	3,12	
	Gonium sp.	1,78	1,78	
Chlorophyceae	Ankistrodesmus falcatus	1,46	1,46	
CLASSE	GENÉROS/ESPÉCIES	AR (%)	FO (%)	
Cyanophyceae	Ankistrodesmus fusiformis	1,22	1,22	
	Ankistrodesmus gracilis	1,75	1,75	
	Ankistrodesmus spiralis	1,90	1,90	
	Coelastrum microporum	1,74	1,74	
	Coelastrum proboscideum	2,29	2,29	
	Desmodesmus protuberans	10,24	10,24	
	Golenkinia sp.	0,51	0,51	
	Kirchneriella contorta	1,84	1,84	
	Kirchneriella lunaris	1,17	1,17	
	Nephrocystium sp.	0,97	0,97	
	Pediastrum duplex	1,71	1,71	
	Scenedesmus acuminatus	1,45	1,45	
	Scenedesmus linearis	1,83	1,83	
	Scenedesmus sp.	8,53	8,53	
	Schoederia sp.	1,66	1,66	
	Treubaria sp.	3,31	3,31	
	Ulothrix aequalis	2,44	2,44	
	Euglenophyceae	Aphanocapsa sp.	9,75	9,75
		Aphanothece sp.	8,09	8,09
		Microcystis sp.	4,88	4,88
Oscillatoria sp.		1,40	1,40	
Xanthophyceae	Schoederia sp.	1,46	1,46	
	Euglena sp.	4,23	4,23	
Zygnemaphyceae	Trachelomonas sp.	6,34	6,34	
	Pseudostaurastrum sp.	0,63	0,63	
Zygnemaphyceae	Closterium sp.	1,68	1,68	
	Cosmarium pyramidatum	1,45	1,45	
	Cosmarium sp.	1,51	1,51	
	Euastrum sp.	1,25	1,25	
	Spirogyra sp.	1,44	1,44	
	Staurastrum sp.	1,74	1,74	

Fonte: Elaboração própria (2015).

Samori et al. (2013) do ponto de vista ecológico, essa espécie é relativamente consistente em ambientes aquícolas subtropicais, adaptativas similares em relação às concentrações de nutrientes e luz, visando-a como potencial biorremediador e fonte de ácidos graxos (Figura 4).

Na floração de algas verdes ocorrida nos viveiros, em especial no viveiro III a água apresentou cor verde intensa, havendo ocorrência significativa de *Aphanocapsa* sp., *Aphanothece* sp. e *Microcystis* sp. (*Cyanophyceae*), que estão relacionados ao aumento de nutrientes pelo incremento de ração, principalmente com avanço da produção, além da resuspensão do sedimento e escoamento de material alóctone, reforçando ainda mais a

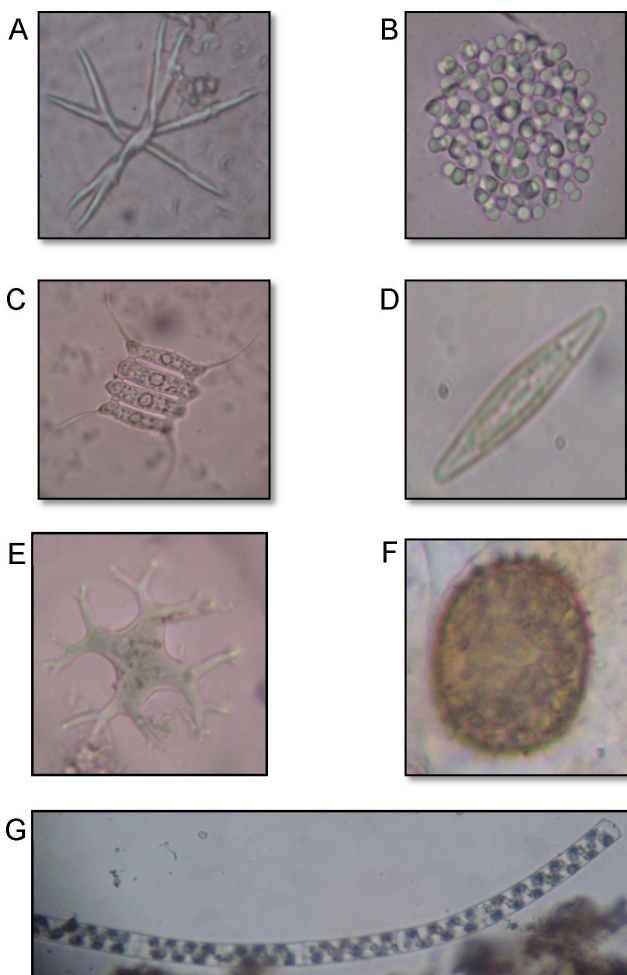
eutrofia do sistema que já sofria influência do abastecimento, e as altas temperaturas da água e longas horas de luz mais intensas por dia, portanto são espécies indesejáveis por serem pobres para cadeia trófica aquática tendo hábito de crescimento espesso. A proliferação de Cyanobacteria em viveiros de piscicultura deve ser evitada, pois algumas cepas são capazes de produzir potentes toxinas hepatotóxicas que se acumulam na musculatura, fígado e vísceras de peixes, podendo apresentar gosto desagradável, o “off-flavor” (gosto de terra), com potencial risco a atividade econômica (SEMYALO et al., 2011; ZHONG et al., 2011; LURLING; FAASSEN, 2012) (Figura 4).

E *Trachelomonas* sp. (*Euglenophyceae*) ocorreu em um único viveiro, devido ao enriquecimento da matéria orgânica ao longo do ciclo, o que pode contribuir de forma efetiva para a degradação biológica das substâncias orgânicas, sendo, portanto, um indicativo das condições eutróficas, estes organismos podem se movimentar criando uma vantagem no ambiente turbidos com relação à luz que conseguem utilizar os nutrientes das camadas mais profundas e voltar para região eufótica. Sipaúbatavares e Collus (1997) relatam que o mesmo ocorreu ao longo do estudo dos viveiros um aumento da matéria orgânica, crescimento acentuado da espécie causando problemas nos viveiros (Figura 4).

### 3.3 Composição, densidade, abundância relativa e frequência de ocorrência do zooplâncton

Os viveiros escavados da piscicultura apresentaram uma cobertura de zooplâncton na fase de recria. A composição da comunidade zooplanctônica dos três viveiros estudados totalizaram cinco (05) taxa, dez (10) gêneros e uma (1) espécie. E os taxa mais representativos foram Copepoda (34%), Rotífera (33%), Cladocera (17%), Insecta Diptera (8%) e Nematoda (8%). Enquanto, a densidade zooplanctônica nos viveiros de alevinos foi de 13.231 ind.ml<sup>-1</sup>. A classe que mais contribuiu para a densidade total foram Copepoda (63%), Rotífera (25%), Cladocera (9%), Insecta Diptera (3%) e Nematoda (0%) (Figura 5).

**Figura 4:** Espécies das classes ocorrentes nos viveiros escavados durante a fase de recria da piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR (A) *Ankistrodesmus spiralis* (B) *Aphanocapsa* sp. (C) *Desmodesmus* sp. (D) *Navicula* sp. (E) *Pseudostaurastrum* sp. (F) *Trachelomonas* sp. (G) *Spirogyra* sp.

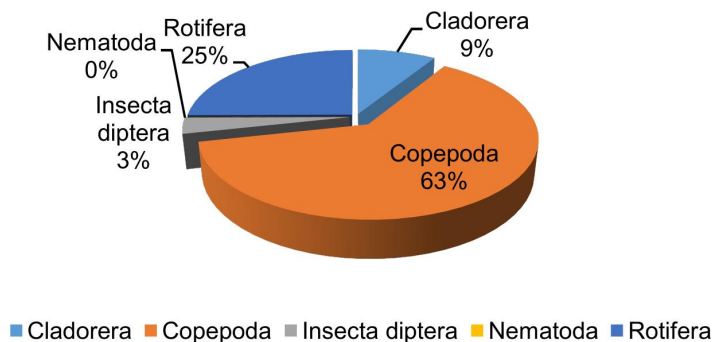


**Fonte:** Acervo pessoal (análise em laboratório, 2015).

A lista de espécies com sua abundância relativa e frequência de ocorrência nos viveiros durante a fase de alevinagem/recria do tambaqui estão apresentadas na Tabela 3.

O zooplâncton possui papel fundamental na dinâmica de um ecossistema aquático, atuando como consumidor primário e como elo entre produtores e consumidores (FARIA; HAYASHI; SOARES, 2000). A comunidade é utilizada na alimentação de peixes na piscicultura, principalmente nos estágios iniciais de desenvolvimento, em especial nos primeiros dias de vida (SIPAÚBA-TAVARES; ROCHA, 2003).

**Figura 5:** Contribuição dos grupos de zooplâncton nos viveiros escavados durante a fase de recria do tambaqui da piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.



**Fonte:** Elaboração própria (2015).

Considerando a contribuição dos diferentes grupos zooplanctônicos nos viveiros (Figura 6), os grupos Copepoda e Rotifera foram os que se destacaram tanto quantitativamente quanto qualitativamente. Tais, organismos sofreram interferência direta das variáveis físico-química estudadas, sobretudo do pH, temperatura, oxigênio, amônia, fósforo, também das variáveis ecológicas intrínsecas e extrínsecas, e há disponibilidade de fitoplâncton para o seu desenvolvimento e crescimento em abundância.

**Tabela 3:** Abundância relativa (Ar) e Frequência de ocorrência (FO) em (%) das espécies zooplanctônicas dos viveiros escavados na fase de recria do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.

TAXA	GÊNEROS/ESPÉCIES	AR (%)	FO (%)
Cladóceras	Daphniasp.	6,37	6,37
	Moina micrura	2,57	2,57
Copépoda	Diaptomussp.	22,58	22,58
	Naupliussp.	7,06	7,06
	Cyclopssp.	14,31	14,31
	Mesocyclopssp.	18,71	18,71
Insectadiptera	Chaoborusp.	3,25	3,25
Nematoda		0,04	0,04
Rotifera	Anureasp.	11,03	11,03
	Brachionussp.	4,46	4,46
	Keratellasp.	2,64	2,64
	Lecanesp.	7,00	7,00

**Fonte:** Elaboração própria (2015).



As flutuações do zooplâncton também são desencadeadas por outros fatores como clima da estação, presença de luminosidade, qualidade da água e disponibilidade de alimento, o que favoreceu uma alta diversidade das espécies nos viveiros, sobretudo dos grupos Copepoda, Rotífera e Cladóceras que trabalham na reciclagem de nutrientes, foram sensíveis às mudanças ambientais, além da espécie tambaqui ter preferência por estes grupos na sua base alimentar específica de acordo com o desenvolvimento dos órgãos sensoriais e fases. Esses organismos contribuíram para indicação de eutrofização do viveiro III com espessas florações e aumento de espécies específicas dos grupos, indicando alterações na qualidade da água e grau de trofia do sistema.

Os grupos Copepoda, Rotífera e Cladóceras são muito comuns em tanques e viveiros de piscicultura, sendo essas espécies de grande aceitabilidade como alimento pelos peixes por suas características (SIPAÚBA-TAVARES; ALVAREZ; BRAGA, 2008).

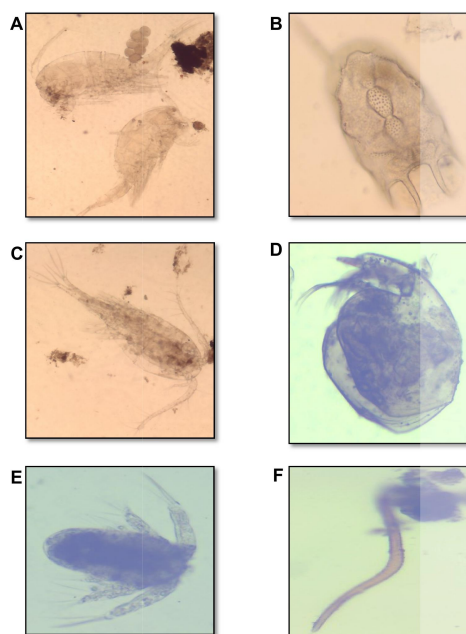
Copepoda (Calanoida e Cyclopoida) foi mais abundante e frequente nos viveiros, provavelmente por ter sofrido influência do abastecimento do sistema. A água ficava represada em um viveiro antes de seguir curso, onde possuía macrófitas aquáticas que pode ser explicado pela maior quantidade de raízes exposta aos organismos, uma vez que este ambiente está colonizado por vegetação aquática flutuante, que segundo Maia-Barbosa, Peixoto e Guimarães (2008) há maior complexidade de nichos ecológicos promovendo maiores recursos alimentares e refúgios da predação, aumentando a diversidade de organismos.

Os Rotíferos também apareceram em elevada densidade por reforço do nicho causado pela presença de macrófitas aquáticas e de sua capacidade de adaptação e tolerância às condições ambientais, trazendo uma taxa de

renovação de suas espécies nos distintos viveiros. Ao contrário, o grupo Cladóceras teve uma aparição menor, indicando o estado do ambiente e qualidade da água, além de sofrerem efeito da temperatura possuiu um desenvolvimento mais rápido e pôr serem do nível intermediário na cadeia alimentar. O fornecimento de zooplâncton de boa qualidade nutricional favorecerá o crescimento dos peixes, pois o tambaqui se alimenta de zooplâncton durante a vida toda, principalmente na primeira fase para o desenvolvimento do trato digestivo e valor nutricional (SANTOS; PEREIRA FILHO; SOBREIRA; ITUASSÚ; FONSECA, 2010).

Segundo Beerli, Logato e Freitas (2004), uma grande variedade de zooplâncton na alimentação de peixes é benéfico, pois um grupo de organismos pode complementar os nutrientes que outro não possui, o que corrobora com os resultados deste trabalho uma variedade de zooplâncton encontrada de espécies desejadas, disponibilizada aos animais a serem consumidos. Pois, o zooplâncton ajuda no crescimento e sobrevivência dos peixes, principalmente por estarem disponíveis durante todo período de criação.

**Figura 6:** Grupos ocorrentes nos viveiros escavados durante a fase de recria da piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR (A) *Diaptomus* sp. (B) *Keratella* sp. (C) *Mesocyclops* sp. (D) *Moina micrura* (E) *Nauplius* sp. (F) *Nematoda*.



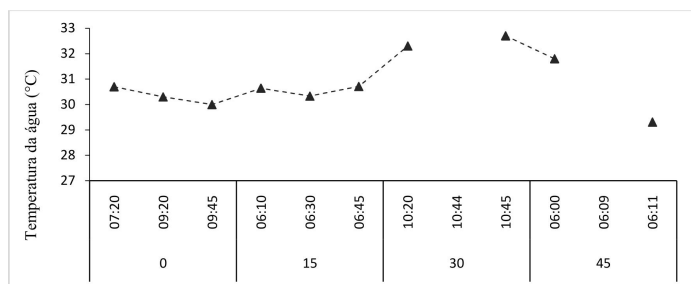
Fonte: Acervo pessoal (análise em laboratório, 2015).

### 3.5 Variáveis físicas e químicas

Em viveiros artificiais a temperatura da água, como os deste estudo, é diretamente afetada pela radiação solar (SIPAÚBA-TAVARES; ALVAREZ; BRAGA, 2008).

Durante os quarenta e cinco dias de estudo, a temperatura da água em todos os pontos foram consideradas favoráveis para o abastecimento da piscicultura, já que a temperatura adequada para cultivo de peixes tropicais gira em torno de 20 a 30°C, sendo as melhores entre 28 e 32 °C kubliza (1999), Gomes, Simões e Araújo-lima (2010) e Silva et al. (2013) e a média da temperatura do ar no local era de 27,0 °C. Estes resultados podem ter influenciado nas taxas metabólicas dos peixes e como consequência no aumento da ingestão alimentar que favorece o seu crescimento e o desenvolvimento da comunidade fitoplanctônica (Figura 7).

**Figura 7:** Temperatura da água nos viveiros escavados durante a recria do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.



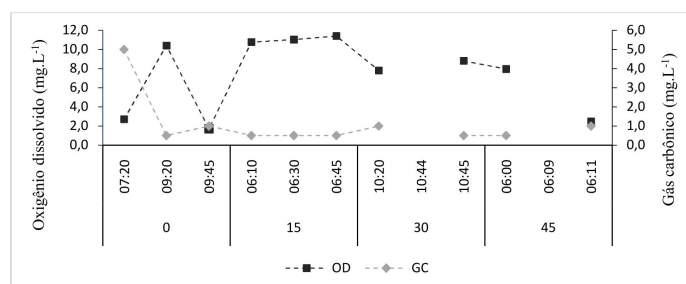
Fonte: Elaboração própria (2015).

As águas dos viveiros apresentaram-se bem oxigenadas no período da pesquisa ao contrário do gás carbônico que teve valores baixos (Figura 8). No período da manhã é caracterizado por intensa atividade fotossintética respondendo por aproximadamente 90% do oxigênio produzido, além disso, a pouca profundidade dos viveiros analisados (1,30 m), favoreceu a ação dos ventos, que segundo Sipaúba-Tavares e Collus (1997) favorecem a difusão de gases na interface ar/água. A concentração média de oxigênio

dissolvido e gás carbônico se mantiveram nos níveis adequados para o criação de peixes com OD > 3 mg.L<sup>-1</sup> e gás carbônico <4 mg.L<sup>-1</sup>, os quais foram verificados nos trabalhos de Vinatea-Arana (2010) e Sebrae/RR (2012) para cultivo de tambaqui.

O baixo nível de oxigênio dissolvido e o aumento do gás carbônico na água é consequência da atividade respiratória, considerando o horário no qual foram realizadas as coletas nas primeiras horas com incidência de luz solar, onde o corpo d'água havia passado por longo período com a respiração suplantando a fotossíntese. O tambaqui é resistente a hipóxia, suportando valores inferiores a 1 mg.L<sup>-1</sup> (SAINT-PAUL, 1984;1988).

**Figura 8:** Oxigênio dissolvido e gás carbônico nos viveiros escavados durante a recria do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.

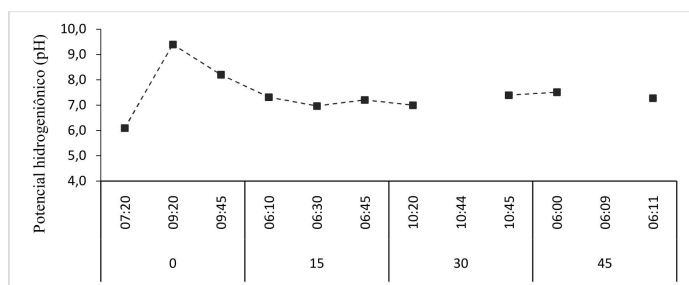


Fonte: Elaboração própria (2015).

O pH neutro encontrado ao longo do estudo foi considerado ótimo para criação (Figura 9) corroborando com trabalho de Kubliza (2003) verificou que o melhor crescimento se dá na faixa adequada de (6,0 a 9,0). O pH também pode interferir ou contribuir para o crescimento de algas somente indiretamente por associação a outras variáveis Buzelli e Cunha-Santino (2013), porém nesta pesquisa não ocorreu esta influência. O enriquecimento de viveiros de piscicultura com nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, é bastante comum, sendo causado pela entrada de compostos das fertilizações, do arraçoamento, do metabolismo dos peixes e da degradação da matéria orgânica

dos organismos mortos, mas estes itens não comprometeram o cultivo dos peixes e nem as microalgas. Entretanto, estes elementos associados a fatores bióticos e abióticos podem ocasionar prejuízos ambientais e financeiros para criação se não controladas adequadamente (MERCANTE; CARMO; RODRIGUES; OSTI; MAINARDES PINTO; VAZ-DOS-SANTOS; TUCCI; DI GENARO, 2011).

**Figura 9:** Potencial hidrogeniônico nos viveiros escavados durante a recria do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.



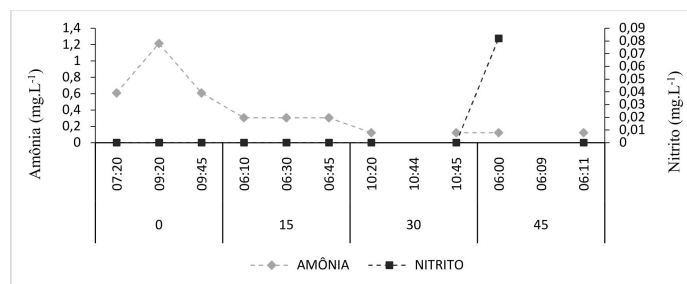
Fonte: Elaboração própria (2015).

Amônia é produto do metabolismo de proteínas em peixes e pela decomposição da matéria orgânica das bactérias. Algumas associações como: fósforo total (Figura 11), temperatura da água (Figura 7) e pH (Figura 9) com amônia indicaram que nos viveiros não ocorreu o estado tóxico da amônia que é prejudicial aos peixes. Os valores encontrados por Gomes et al. (2004) ( $1,2 \pm 0,4$  mg/L) para a criação do tambaqui e por Schwartz e Boyd (1994) (0,63 a 1,89 mg/L) para o catfish corrobora com os resultados deste estudo sem prejuízo aos peixes durante o ciclo. Porém estes valores (entre 0,3 a 1,2 mg.L<sup>-1</sup>) são favoráveis ao crescimento das algas o que ocorreu em abundância nos viveiros. Xavier, Mainardes-pinto e Takino (1991) observou que os valores da concentração entre 0,77 e 1,58 mg.L<sup>-1</sup>, favoreceu o crescimento das algas, já que o composto de nitrogênio são nutrientes essenciais para produtividade primária. E Branco (1986) cita uma concentração de 0,30 mg.L<sup>-1</sup> de nitrogênio o suficiente para promover a floração de algas.

A produção de amônia e nitrato em quantidades muito elevadas pode acarretar na floração de algas excessiva, nas quais ocasionam sérios distúrbios na qualidade da água. No presente estudo os valores da amônia favoreceram o crescimento do fitoplâncton, mas não em escala descontrolada que prejudicasse a qualidade da água. O nitrato não foi estudado, e sim, o nitrito que é a primeira etapa da nitrificação; sendo seus valores apresentados na figura 10. Os baixos valores de nitrito não prejudicaram o meio, indicando que o processo de nitrificação ocorreu regularmente nos viveiros. Sucedeu um pico alto nos resultados, o qual devia estar relacionado com o bloqueio da nitrificação que são bloqueadas pela baixa concentração de oxigênio.

O potencial tóxico do nitrito em viveiros de piscicultura depende do tipo de peixe que se cultiva e das concentrações de oxigênio dissolvido e amônia. De acordo com Kubitzka (2003), concentrações sub-letais, na ordem de 0,3 a 0,5 mg.L<sup>-1</sup> podem causar redução no crescimento e na resistência a doenças. Os resultados de nitrito foram abaixo dos valores toleráveis pelos organismos aquáticos e sua associação com OD e amônia não foi prejudicial aos peixes, uma vez que essas variáveis estavam dentro dos limites considerados ótimos para criação de tambaqui.

**Figura 10:** Amônia e nitrito nos viveiros escavados durante a recria do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.



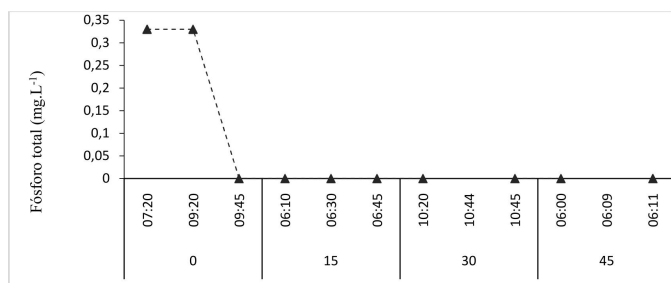
Fonte: Elaboração própria (2015).

Fósforo total é um elemento essencial para os seres vivos, assumindo importante papel em seu

metabolismo (ESTEVES, 1998). Em quantidades excessivas o fósforo e nitrogênio promovem o crescimento de algas, no entanto, os valores de fósforo total foram baixos não ocasionando prejuízos a qualidade da água (Figura 11). Evidenciando uma eficiente ciclagem de nutrientes e baixas concentrações de matéria orgânica nos viveiros, ao longo da produção; mesmo com a entrada de alimento advindo do arraçamento, que promove o aumento nas concentrações de fósforo e também está associado à floração de euglenas.

dos viveiros. Já os fatores biológicos analisados quali e quantitativamente das comunidades fito e zooplanctônica resultaram em uma boa ferramenta para avaliação do grau de trofia dos sistemas, e também favorece os peixes no desenvolvimento do trato digestivo e serve como alimento de alto valor nutricional na primeira fase. Dessa forma, essa análise possibilita um planejamento adequado e um acompanhamento periódico dos viveiros, visando à conservação da qualidade do ecossistema aquícola para um bom incremento dos peixes no ciclo de criação.

**Figura 11:** Fósforo total nos viveiros escavados durante a recria do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantã - RR.



Fonte: Elaboração própria (2015).

Assim, com este conjunto de fatores anteriormente citado, recomenda-se o controle e manutenção da qualidade da água no sistema para um cultivo de peixes eficaz durante a fase de recria do tambaqui.

## CONCLUSÃO

Neste trabalho as interações e variáveis físico-químicas (temperatura da água, potencial hidrogeniônico, oxigênio dissolvido, gás carbônico, amônia, nitrito e fósforo total) estudadas, atenderam as condições básicas para que o tambaqui na fase de alevinagem/recria pudesse ser cultivado nos viveiros. Mas os resultados obtidos demonstraram a necessidade de um controle da qualidade d'água mais frequente e preciso, pois estas variáveis sofrem flutuações constantes ao longo do dia por ação antrópica, regime alimentar e de abastecimento

## AGRADECIMENTOS

Ao

projeto PISCIMUCA que financiou a pesquisa, no qual oportunizou a realização deste trabalho. Ao Sr. Carvalho, pela credibilidade e a parceria ao permitir o desenvolvimento deste estudo na extensão da piscicultura e aos funcionários pela ajuda no âmbito do projeto. Aos estagiários (Illas Kleves, Rodrigo Guedes, Wadrillen Quadros, Kallony) e aos analistas (Willyam Porto e Carlos Eduardo Mendonça) do Laboratório de Organismos Aquáticos da Amazônia-LOAM, por me ajudar nas coletas durante o período de desenvolvimento da pesquisa. Aos funcionários, pesquisadores e professores da EMBRAPA/RR, UERR e UFRR pela compreensão e disponibilidade de materiais e por ter cedido um espaço nos laboratórios (CIÊNCIAS DA NATUREZA e NUPECEM) para o andamento e desenvolvimento do trabalho.

## REFERÊNCIAS

- ABDEL-TAWWAB, M. Natural food selectivity changes with weights of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus), reared in fertilized earthen ponds. *Journal of applied aquaculture*, v. 23, n. 1, p. 58-66, 2011.
- BEERLI, E. L.; LOGATO, P. V. R.; FREITAS, R. T. F. DE. Alimentação e comportamento de larvas de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887).

- Ciência e agrotecnologia, v. 28, p. 149-155, 2004.
- BICUDO, C. E. M.; BICUDO, R. M. T. Algas de águas Continentais Brasileiras: chave ilustrada para identificação de gêneros. São Paulo: Fundação brasileira para o desenvolvimento do ensino de ciências, 1970. 228 p.
- BORGES, P. A. F.; TRAIN, S.; DIAS, J. D.; BONECKER, C. C. Effects of fish farming on plankton structure in a Brazilian tropical reservoir. *Hydrobiologia*, v. 649, p. 279-291, 2010.
- BORTOLUCCI, P. D.; PEDROSO-DE-MORAES, C. Produção de material referente à “macroalgas” marinhas das divisões Chloophyta, Phaeophyta e Rodophyta. *Scientia Plena*, v. 7, n. 4, 2011.
- BRANCO, S. M. Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária. 3. ed. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1986. 640 p.
- BUZELLI, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita (SP). *Ambi-Agua*, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 186-205, 2013.
- CAVERO, B. A. S.; RUBIM, M. A. L.; PEREIRA, T. M. Criação comercial do tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818). In: Tavares-dias, M. Manejo e Sanidade de Peixes em Cultivo. EMBRAPA, 2009, p. 33-46.
- ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 1998. 602 p.
- FARIA, A. C. E. A.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M. Avaliação dos grupos zooplanctônicos em tanques experimentais submetidos à adubação com diferentes substratos orgânicos. *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 22, n. 3, p. 375-381, 2000.
- GOMES, L. C.; BRANDÃO, F. R.; CHAGAS, E. C.; FERREIRA, M. F. B.; LOURENÇO, J. N. P. Efeito do volume do tanque-rede a produtividade de tambaqui (*Colossoma macropomum*) durante a recria. *Acta Amazonica*, Manaus, v. 4, n. 1, p. 111-113, 2004.
- \_\_\_\_\_; SIMÕES, L. N.; ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M. Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. DE C. (Org.). Espécies nativas para piscicultura no Brasil. 2. ed. Santa Maria: UFSM, 2010. Cap. 7, 175-204 p.
- HENTSCHKE, G S.; TORGAN, L C. Desmodesmus e Scenedesmus (Scenedesmaceae, Sphaeropleales, Chlorophyceae) em ambientes aquáticos na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. *Rodriguésia*, v. 61, n. 4, p. 585-601, 2010.
- KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes. 3 ed. Jundiaí: ESALQ/USP, Jundiaí, 1999. 97 p.
- \_\_\_\_\_. Qualidade da água no cultivo de camarões e peixes. Jundiaí: CIP/USP, 2003. 97 p.
- KUMAR, S.; SRIVASTAVA, A.; CHAKRABARTI, R. Study of digestive proteinases and proteinases inhibitors of *Daphnia carinata*. *Aquaculture*, v. 243, n. 1-4, p. 367-372, 2005.
- LURLING, M.; FAASSEN, E. J. Controlling toxic cyanobacteria: effects of dredging and phosphorus-binding clay on cyanobacteria and microcystins. *Water Research*, v. 43, n. 5, p. 1447-1459, 2012.
- MACEDO, C. F.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Comunidade fitoplanctônica em viveiros de criação de peixes em disposição sequencial. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 31, n. 1, p. 21-27, 2005.
- MAIA-BARBOSA, P. M.; PEIXOTO, R. S.; GUIMARÃES, A. S. Zooplankton in litoral waters of a tropical lake: a revisited biodiversity. *Brazilian Journal of Biology*, v. 64, n. 4, p. 1069-1078, 2008.
- MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J. G. Plankton richness in a eutrophic reservoir Barra Bonita Reservoir, SP, Brazil. *Hydrobiologia Aquatic Biodiversity II*, v. 542, n. 1, p. 367-378, 2005.
- MELO, L. A. S.; IZEL, A. C. U.; RODRIGUES, F. M. Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros de argila/barragens no Estado do Amazonas. EMBRAPA-Amazônia Ocidental: Manaus, 2001. 25 p.
- MERCANTE, C. T. J.; CARMO, C. F. DO; RODRIGUES, C.

- J.; OSTI, J. A. S.; MAINARDES PINTO, C. S.; VAZ-DOS-SANTOS, A. M.; TUCCI, A.; DI GENARO, A. C. Limnologia de viveiro de criação de tilápias do nilo: avaliação diurna visando boas práticas de manejo. Bol. Inst. Pesca, São Paulo, v. 37, n. 1, p. 73- 84, 2011.
- NANDINI, S.; SARMA, S. S. S. Population growth of some genera of Cladocerans (Cladocera) in relation to algal food (*Chlorella vulgaris*) levels. Hydrobiologia, v. 491, n. 1-3, p. 211-219, 2003.
- PASZTALENIEC, A.; PONIEWOZIK, M. Phytoplankton based assessment of the ecological status of four shallow lakes (Eastern Poland) according to Water Framework Directive – a comparison of approaches. Limnologica, v. 40, p. 251-259, 2010.
- PAULA, F. G. Desempenho do tambaqui (*Colossoma macropomum*), da pirapitinga (*Piaractus brachipomus*) e do híbrido tambatinga (*C. 71 macropomum* X *P. brachypomum*) mantidos em viveiros fertilizados na fase de engorda. 2009. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- PINTO-COELHO, R. M. Amostragem em Limnologia: métodos de coleta, preservação e enumeração de organismos zooplânctônicos. In: BICUDO, C. E. de M.; BICUDO, D. DE C. Amostragem em Limnologia. São Carlos: RIMA, 2004. 351 p.
- \_\_\_\_\_. Effects of eutrophication on seasonal patterns of mesozooplankton in a tropical reservoir: a 4-year study in Pampulha Lake, Brazil. Freshwater Biology, London, v. 40, p. 159-173, 1998.
- PRIETO, M.; ATENCIO, V. 2008. Zooplankton en la larvicultura de peces neotropicales. Revista MVZ Córdoba, Montería, v.13, n. 2, p. 1415-1425, 2008.
- REYNOLDS, C. S. Ecology of phytoplankton: ecology, biodiversity and conservation. Cambridge: Cambridge University Press, 2006. 535 p.
- \_\_\_\_\_. Vegetation processes in the pelagic: a model for ecosystem theory. Oldendorf: ECI, 1997. 378 p.
- \_\_\_\_\_. What factors influence the species composition of phytoplankton in lakes of different trophic status. Hydrobiologia, v. 369, p. 11-26, 1998.
- REYNOLDS, C. S.; HUSZAR, V.; KRUK, C.; NASELLI-FLORES, L.; MELO, S. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. Journal of Plankton Research, v. 24, p. 417-428, 2002.
- SAINT-PAUL, U. Diurnal routine O2 consumption at different O2 concentrations by *Colossoma macropomum* and *Colossoma brachypomum* (Teleostei: Serrasalminidae). Comparative biochemistry and Physiology, v. 89, n. A, p. 675-682, 1988.
- \_\_\_\_\_. Physiological adaptation to hypoxia of a neotropical characid fish *Colossoma macropomum*, serrasalminidae. Environmental biology of fishes, v. 11, p. 53-62, 1984.
- SAMORI, G.; SAMORI, C.; GUERRINI, F.; PISTOCCHI, R. Nitrogen removal capacity of *Desmodesmus communis* and of a natural microalgae consortium in a batch culture system in view of urban wastewater treatment. Water research, 2013.
- SANT'ANNA, C. L.; GENTIL, R. C.; SILVA, D. Comunidade fitoplânctônica de pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo. In: ESTEVES, K. E.; SANT'ANNA, C. L. (orgs.). Pesqueiros sob uma visão integrada de meio ambiente, saúde pública e manejo. São Carlos: RIMA, 2006. 49-62 p.
- SANTOS, L.; PEREIRA FILHO, M.; SOBREIRA, C.; ITUASSÚ, D.; FONSECA, F. A. L. Exigência protéica de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) após privação alimentar. Acta Amazonica, v. 40, n. 3, p. 597- 604, 2010.
- SCHWARTZ, M. F.; BOYD, C. E. Channel catfish pond effluents. Progressive fish-culturist, v. 56, p. 273-281, 1994.
- SEMYALO, R.; ROHRLACK, T.; KAYIIRA, D.; KISITO, Y. S.; BYARUJALI, S.; NYAKAIRU, G.; LARSSON, P. On the diet of Nile tilapia in two eutrophic tropical lakes

containing toxin-producing cyanobacteria. *Limnologia*, v. 41, p. 30-36, 2011.

Serviço de apoio às micro e pequenas empresas de Roraima. Manual de conhecimento de tecnologias em gestão na piscicultura empresarial e cultivo do tambaqui em Roraima / Serviço de apoio às micro e pequenas empresas de Roraima. SEBRAE/RR, Boa Vista, 2012. 52 p.

SILVA, A. D. R. DA; SANTOS, R. B. DOS; BRUNO, A. M. DA S. S.; SOARES, E. C. Cultivo de tambaqui em canais de abastecimento sob diferentes densidades de peixes. *Acta Amazonica*, v. 43, n. 4, p. 517-524, 2013.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; BRAGA, F. M. S. The feeding activity of *Colossoma macropomum* larvae (tambaqui) in fishponds with water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) fertilizer. *Brazilian Journal of Biology*, São Carlos, v. 67, n. 3, p. 459-466, 2007.

\_\_\_\_\_; ALVAREZ, E. J. S., BRAGA, F. M. S. Water quality and zooplankton in tanks with larvae of Brycon or bignyanus (Valenciennes, 1949). *Brazilian Journal of Biology*, v. 68, n. 1, p. 77-86, 2008.

\_\_\_\_\_; COLLUS, D. S. DE O. Estrutura da comunidade fitoplanctônica e zooplanctônica em dois viveiros de cultivo semi-intensivo de peixes (Jaboticabal, Brasil). *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, v. 10, p. 51-64, 1997.

\_\_\_\_\_; LOURENÇO, E. M.; BRAGA, F. M. S. Water quality in six sequentially disposed fishponds with continuous water flow. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, v. 32, n. 1, p. 9-15, 2010.

\_\_\_\_\_; ROCHA, O. Produção de plâncton (fitoplâncton e zooplâncton) para alimentação de organismos aquáticos. São Carlos; RIMA, 2003. 106 p.

SOMMER, U.; PADISÁK, J.; REYNOLDS, C. S.; JUHÁSZ-NAGY, P. Hutchinson's heritage: the diversity-disturbance relationship in phytoplankton. In: PADISÁK, J.; REYNOLDS, C. S.; SOMMER, U. (eds.). *Intermediate disturbance hypothesis in*

*phytoplankton ecology*. Belgica: Kluwer Academic Publishers, 1993. 1-7 p.

TUCCI, A.; SANT'ANNA, C. L.; GENTIL, R. C.; AZEVEDO, M. T. DE P. Fitoplâncton do Lago das Garças, São Paulo, Brasil: um reservatório urbano eutrófico. *Hoehnea*, v. 32, n. 2, p. 147-175, 2006.

VINATEA-ARANA, L. Qualidade da água em aquicultura: princípios e práticas. 3 ed. Florianópolis: UFSC, 2010. 238 p.

XAVIER, M. B.; MAINARDES-PINTO, C. S. R.; TAKINO, M. Euglena sanguínea Ehrenberg bloom in a fish-breeding tank (Pindamonha gaba, São Paulo, Brazil). *Algological Studies*, v. 62, p. 133-142, 1991.

ZHONG, F.; GAO, Y.; YU, T.; ZHANG, Y.; XU, D.; XIAO, E.; HE, F.; ZHOU, Q.; WU, Z. The management of undesirable cyanobacteria blooms in channel catfish ponds using a constructed wetland: contribution to the control of off-flavor occurrences. *Water Research*, v. 45, p. 6479-6488, 2011.