

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

N244v NASCIMENTO, Muara Santana do.  
Variação da comunidade planctônica (fitoplâncton e zooplâncton) e sua relação com os fatores físicos e químicos da qualidade da água em viveiros escavados de piscicultura, no Município do Cantá-RR. / Muara Santana do Nascimento. Boa Vista – RR: UERR, 2016.  
120f. il. 30cm.

Orientador: Prof. DSc. Sandro Loris Aquino Pereira.  
Co-orientador: Profª. DSc. Núbia Abrantes Gomes.  
Dissertação (Mestrado em Agroecologia)  
Universidade Estadual de Roraima – UERR.  
Curso de Pós-Graduação em Agroecologia.

1. Piscicultura comercial – Cantá-RR 2. Tambaqui (*Colossoma macropomum*) – Aquicultura 3. Comunidade planctônica – Fatores físicos e químicos 4. Recria e engorda – Limnologia I. Título II. Pereira, Sandro Loris Aquino(orient.) III. Gomes, Núbia Abrantes (co-orient.)

UERR.Dissert.Mest.Agroec.2016.07 CDD – 639.3098114 (19. ed.)

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária  
Sônia Raimunda de Freitas Gaspar – CRB-11/273



Muara Santana do Nascimento

VARIAÇÃO DA COMUNIDADE PLANCTÔNICA (FITOPLÂNCTON E ZOOPLÂNCTON) E SUA RELAÇÃO COM OS FATORES FÍSICOS E QUÍMICOS DA QUALIDADE DA ÁGUA EM VIVEIROS DE PISCICULTURA, NO MUNICÍPIO DO CANTÁ-RR

2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA

ESTADO DE RORAIMA

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – PROPES

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA - PPGA

VARIAÇÃO DA COMUNIDADE PLANCTÔNICA  
(FITOPLÂNCTON E ZOOPLÂNCTON) E SUA  
RELAÇÃO COM OS FATORES FÍSICOS E  
QUÍMICOS DA QUALIDADE DA ÁGUA EM  
VIVEIROS DE PISCICULTURA, NO MUNICÍPIO  
DO CANTÁ-RR

Muara Santana do Nascimento

Dissertação de Mestrado

Boa Vista/RR, Maio de 2016

**UERR**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA**  
**MESTRADO ACADÊMICO EM ASSOCIAÇÃO COM**  
**EMBRAPA/RR E IFRR**

**DISSERTAÇÃO**

**VARIAÇÃO DA COMUNIDADE PLANCTÔNICA**  
**(FITOPLÂNCTON E ZOOPLÂNCTON) E SUA**  
**RELAÇÃO COM OS FATORES FÍSICOS E QUÍMICOS**  
**DA QUALIDADE DA ÁGUA EM VIVEIROS**  
**ESCAVADOS DE PISCICULTURA, NO MUNICÍPIO**  
**DO CANTÁ-RR**

**Muara Santana Do Nascimento**

2016



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA**  
**MESTRADO ACADÊMICO EM ASSOCIAÇÃO COM EMBRAPA/RR E**  
**IFRR**

**VARIAÇÃO DA COMUNIDADE PLANCTÔNICA (FITOPLÂNCTON E**  
**ZOOPLÂNCTON) E SUA RELAÇÃO COM OS FATORES FÍSICOS E**  
**QUÍMICOS DA QUALIDADE DA ÁGUA EM VIVEIROS ESCAVADOS**  
**DE PISCICULTURA, NO MUNICÍPIO DO CANTÁ-RR**

**MUARA SANTANA DO NASCIMENTO**

*Sob a Orientação do Professor*

**DS.c Sandro Loris Aquino Pereira**

*E Co-orientação da Professora*

**DS.c Núbia Abrantes Gomes**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção de grau de Mestre em Agroecologia. Área de concentração em Agroecologia.

Boa Vista, RR

Maio de 2016

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

### **MUARA SANTANA DO NASCIMENTO**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção de grau de Mestre em Agroecologia. Área de concentração em Agroecologia.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 23/03/2016

---

Sandro Loris Aquino Pereira. DS.c Pesquisador da EMRAPA/RR  
Orientador

---

Ivanise Maria Rizzatti. DS.c Professora da UERR  
Membro Titular

---

Nívea Pires Lopes. DS.c Professora da UFRR  
Membro Titular

---

Alexandre Curcino. DS.c Professor da UERR  
Membro Titular

*Ao, meu pai e minha mãe, que me guiaram no  
caminho da vida, souberam me ensinar os  
valores necessários para alcançar meus  
objetivos, com a garantia de ter meu coração  
tranquilo ao final de cada meta traçada.*

## AGRADECIMENTOS

*Após pensar, compreendo porque não há como não começar um agradecimento sem se dirigir primeiramente a DEUS. Eternamente agradeço a DEUS por ter me dotado de saúde, força, sabedoria e determinação para alcançar os meus objetivos com excelência, através do meu estudo e trabalho desenvolvido, e por permitir pessoas dignas que me auxiliam e orientam que me fazem crescer ao longo da minha caminhada.*

*A minha família pelo amor, cuidado e dedicação por me apoiarem nesta grande jornada.*

*Ao Programa de Pós-graduação do curso de mestrado em Agroecologia em associação com EMBRAPA/RR e IFRR, meu muito obrigado por incentivar a pesquisa em diferentes áreas, gerando experiência e expectativa na vida profissional para futuros promissores na pesquisa do estado.*

*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 trabalho na extensão da piscicultura e aos funcionários pela ajuda no âmbito do projeto.*

*Aos estagiários (Illas Kleves, Rodrigo Guedes, Wadrillen Quadros, Kallony e Ronilson Cavalcante) e aos analistas (Willyam Porto e Carlos) do Laboratório de Organismos Aquáticos da Amazônia-LOAM, por me ajudar nas coletas durante o período de desenvolvimento do trabalho.*

*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.*

*Aos professores do Curso de Agroecologia pelo conhecimento transmitido que contribuiu nesta etapa de formação.*

*Aos Prof. DSc. Orientador Sandro Loris Aquino Pereira e a Prof<sup>a</sup>. DSc. co-orientadora Núbia Abrantes Gomes, por dividir comigo seus conhecimentos, pela compreensão, esforço e satisfação de se disponibilizar em me ajudar nas etapas do mestrado.*

*A todos que me ajudaram de forma direta e indireta no desenvolvimento deste trabalho,*

*Meus sinceros agradecimentos.*

## RESUMO GERAL

NASCIMENTO, Muara Santana do. **Variação da comunidade planctônica (fitoplâncton e zooplâncton) e sua relação com os fatores físicos e químicos da qualidade da água em viveiros de piscicultura no município do Cantá-RR.** 2016.120 p. Dissertação (Mestrado em Agroecologia). Universidade Estadual de Roraima, Boa Vista, RR, 2016.

Estudos da comunidade planctônica e de fatores físicos e químicos em viveiros escavados de piscicultura foram realizados para subsidiar o monitoramento e manejo da qualidade da água, evitando possíveis problemas à saúde do peixe e do consumidor. Assim, o trabalho objetiva analisar a variação da comunidade planctônica (fitoplâncton e zooplâncton) e sua relação com os fatores físicos e químicos da qualidade da água em viveiros escavados de criação de peixes tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) nas fases de recria e engorda. Foram avaliados seis viveiros escavados de fundo natural, abastecidos por nascentes, igarapés e água da chuva durante quarenta e cinco dias na piscicultura Agropecuária Carvalho no município do Cantá-RR. As coletas foram realizadas quinzenalmente e analisado parâmetros físicos, químicos (temperatura do ar, temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido, gás carbônico, condutividade elétrica, resistividade, sólidos totais dissolvidos, salinidade, amônia, nitrito, fósforo total, alcalinidade total, dureza total, transparência, profundidade) e biológicos (comunidade planctônica). Os viveiros apresentaram uma cobertura de 100% do plâncton e de uma elevada riqueza na sua composição. As classes mais representativas do fitoplâncton foram Chlorophyceae (49%), Zygnemaphyceae (16%), Cyanophyceae (13%) e Bacillariophyceae (11%). No zooplâncton os grupos que mais se destacaram foram Copépoda (63%), Rotífera (25%) e Cladóceras (9%). O estudo confirmou que o regime alimentar dos organismos cultivados e disposição dos viveiros foram variáveis promotoras de mudanças na comunidade planctônica. Os grupos funcionais de fitoplâncton e zooplâncton responderam satisfatoriamente as alterações do grau de trofia ocorridas no ambiente. As variáveis limnológicas d'água dos viveiros sofreram alterações elevadas para um período de vinte e quatro horas, por influência da alimentação inserida, do metabolismo da comunidade planctônica, das condições climáticas e das próprias relações das variáveis.

**Palavras-chave:** Aquicultura, limnologia, recria e engorda.

## GENERAL ABSTRACT

NASCIMENTO, Muara Santana. **Variation of the planktonic community (phytoplankton and zooplankton) and its relationship with the physical and chemical factors of water quality in nurseries of fish farming in the county of Cantá-RR.** 2016. 120 p. Dissertation (Masters in Agroecology). State University of Roraima, Boa Vista, RR, 2016.

Studies of the planktonic community and the physical and chemical factors in nurseries excavated from farmed fish were performed to subsidize the monitoring and management of water quality, avoiding possible problems to the health of the fish and the consumer. The work aims to analyze the variation of the planktonic community diatom (phytoplankton and zooplankton) and its relationship with the physical and chemical factors of water quality in nurseries excavated of breeding fish tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) in the phases of the rearing and fattening. Were evaluated six nurseries excavated from natural background, supplied by springs, streams and rain water during forty and five days in fish farming Agropecuária Carvalho in the county Cantá-RR. The samplings were carried out fortnightly and analyzed physical, chemical parameters (air temperature, water temperature, pH, dissolved oxygen, carbon dioxide gas, electric conductivity, total dissolved solids, resistivity, salinity, ammonia, nitrite, total phosphorus, alkalinity, total hardness, transparency, depth) and biological (planktonic community). The nurseries showed a coverage of 100% of the plankton and a high richness in its composition. The most representative classes of phytoplankton were Chlorophyceae (49%), Zygnemaphyceae (16%), Cyanophyceae (13%) e Bacillariophyceae (11%). In zooplankton groups that stood out were Copepods (63%), Rotifers (25%) and Cladocera (9%). The study confirmed that the diet of bodies cultivated and available to the nurseries were variables promoters of changes in planktonic community. Functional groups of phytoplankton and zooplankton replied satisfactorily the changes of the trophic degree occurring in the environment. The variables limnological d'water of nurseries suffered changes high for a period of twenty-four hours, by influence of feeding inserted, the metabolism of the diatom community of climatic conditions and own relations of variables.

**Keywords:** Aquaculture, limnology, rearing and fattening.



## ÍNDICE DE TABELAS

### CAPÍTULO I

	Página
Tabela 01 - Correlação de Pearson (r) obtido para expressar as relações entre as variáveis físicas e químicas na fase de recria, p 0,05 N=60.....	72
Tabela 02 - Correlação de Pearson (r) obtido para expressar as relações entre as variáveis físicas e químicas na fase de engorda, p 0,05 N=72.....	72

### CAPÍTULO II

	Página
Tabela 01 - Relação das espécies fitoplanctônicas identificadas dos viveiros escavados na fase de recria da piscicultura Agropecuária Carvalho, Município do Cantá-RR.....	87
Tabela 02 - Densidade das classes fitoplanctônicas dos viveiros escavados durante a fase de recria do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.....	88
Tabela 03 - 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.....	89
Tabela 04 - Relação das espécies zooplanctônicas identificadas dos viveiros escavados na fase de recria da piscicultura Agropecuária Carvalho, Município do Cantá-RR.....	93
Tabela 05 - 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.....	95

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

	Página
Figura 01 - Representação de um agroecossistema com integração das atividades e insumos.....	20
Figura 02 - Localização da piscicultura Agropecuária Carvalho, no município do Cantá-RR. Fonte: GOOGLE EARTH (2016).....	36
Figura 03 - Identificações dos viveiros escavados de alevinos estudados na fase de recria da piscicultura Agropecuária Carvalho, no município do Cantá-RR. Fonte: PLANTA-BAIXA (2015), GOMES (2015) E PORTO (2015).....	37
Figura 04 - Identificações dos viveiros escavados de engorda estudados da piscicultura Agropecuária Carvalho, no município do Cantá-RR. Fonte: PLANTA-BAIXA (2015).....	38
Figura 05 - Identificações das fontes de abastecimentos dos viveiros escavados da piscicultura Agropecuária Carvalho, no município do Cantá-RR. Fonte: PLANTA-BAIXA (2015).....	39
Figura 06 - Peixes alocados nos viveiros escavados na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.....	40
Figura 07 - Esquema de coleta das variáveis físicas e químicas nos viveiros escavados da piscicultura Agropecuária Carvalho, no município do Cantá-RR.....	42
Figura 08 - Temperatura do ar no entorno dos viveiros escavados durante avaliação nictemeral nos meses de setembro e outubro de 2015, nas fases de (A) recria e (B) engorda do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.....	44
Figura 09 - Temperatura da água nos viveiros escavados durante avaliação nictemeral nos meses de setembro e outubro de 2015, nas fases de (A) recria e (B) engorda do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.....	45

Figura 10 - Oxigênio dissolvido nos viveiros escavados durante avaliação nictemeral nos meses de setembro e outubro de 2015, nas fases de (A) recria e (B) engorda do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.....	48
Figura 11 - Gás carbônico dos viveiros escavados durante avaliação nictemeral nos meses de setembro e outubro de 2015, nas fases de (A) recria e (B) engorda do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.....	49
Figura 12 - Potencial hidrogeniônico dos viveiros durante avaliação nictemeral nos meses de setembro e outubro de 2015, nas fases de (A) recria e (B) engorda do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.....	53
Figura 13 - Alcalinidade total dos viveiros durante avaliação nictemeral nos meses de setembro e outubro de 2015, nas fases de (A) recria e (B) engorda do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.....	55
Figura 14 - Dureza total dos viveiros durante avaliação nictemeral nos meses de setembro e outubro de 2015, nas fases de (A) recria e (B) engorda do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.....	56
Figura 15 - Condutividade elétrica dos viveiros escavados durante avaliação nictemeral nos meses de setembro e outubro de 2015, nas fases de (A) recria e (B) engorda do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.....	58
Figura 16 - Resistividade dos viveiros escavados durante avaliação nictemeral nos meses de setembro e outubro de 2015, nas fases de (A) recria e (B) engorda do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.....	59
Figura 17 - Sólidos totais dissolvidos dos viveiros escavados durante avaliação nictemeral nos meses de setembro e outubro de 2015, nas fases de (A) recria e (B) engorda do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.....	61

Figura 18 - Salinidade dos viveiros escavados durante avaliação nictemeral nos meses de setembro e outubro de 2015, nas fases de (A) recria e (B) engorda do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.....	62
Figura 19 - Amônia dos viveiros escavados durante avaliação nictemeral nos meses de setembro e outubro de 2015, nas fases de (A) recria e (B) engorda do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.....	64
Figura 20 - Nitrito dos viveiros escavados durante avaliação nictemeral nos meses de setembro e outubro de 2015, nas fases de (A) recria e (B) engorda do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.....	65
Figura 21 - Fósforo total dos viveiros escavados durante avaliação nictemeral nos meses de setembro e outubro de 2015, nas fases de (A) recria e (B) engorda do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.....	67
Figura 22 - Profundidade e transparência dos viveiros escavados durante avaliação nictemeral nos meses de (A) setembro e (B) outubro de 2015, na fase de recria do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.....	69
Figura 23 - Profundidade e transparência dos viveiros escavados durante avaliação nictemeral nos meses de (A) setembro e (B) outubro de 2015, na fase de engordado tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.....	70

## CAPÍTULO II

	Página
Figura 01 - Localização da piscicultura Agropecuária Carvalho, no município do Cantá-RR. Fonte: GOOGLE EARTH (2016).....	79
Figura 02 - Identificações dos viveiros escavados de alevinos estudados na fase de recria da piscicultura Agropecuária Carvalho, no município do Cantá-RR. Fonte: PLANTA-BAIXA (2015), GOMES (2015) E PORTO (2015).....	80
Figura 03 - Identificações das fontes de abastecimentos dos viveiros escavados da piscicultura Agropecuária Carvalho, no município do Cantá-RR. Fonte: PLANTA-BAIXA (2015).....	81
Figura 04 - Peixes alocados nos viveiros escavados na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.....	82
Figura 05 - Esquema de coleta das variáveis físicas e químicas nos viveiros escavados da piscicultura Agropecuária Carvalho, no município do Cantá-RR.....	83
Figura 06 - Contribuição das classes nos viveiros escavados durante a fase de recria do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.....	86
Figura 07 - Espécies das classes ocorrentes nos viveiros escavados durante a fase de recria da piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR (A) <i>Ankistrodesmus spiralis</i> (B) <i>Aphanocapsa</i> sp. (C) <i>Desmodesmus</i> sp. (D) <i>Navicula</i> sp. (E) <i>Pseudostaurastrum</i> sp. (F) <i>Trachelomonas</i> sp. (G) <i>Spirogyra</i> sp.....	92
Figura 08 - Contribuição dos grupos de zooplâncton nos viveiros escavados durante a fase de recria do tambaqui da piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.....	94
Figura 09 - Espécies dos grupos ocorrentes nos viveiros escavados durante a fase de recria da piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR (A) <i>Diatomus</i> sp. (B) <i>Keratella</i> sp. (C) <i>Mesocyclops</i> sp. (D) <i>Moina micrura</i> (E) <i>Nauplius</i> sp. (F) Nematoda.....	97

Figura 10 - Temperatura da água nos viveiros escavados durante a recria do tabaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.....	98
Figura 11 - Oxigênio dissolvido e gás carbônico nos viveiros escavados durante a recria do tabaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.....	98
Figura 12 - Potencial hidrogeniônico nos viveiros escavados durante a recria do tabaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.....	99
Figura 13 - Amônia e nitrito nos viveiros escavados durante a recria do tabaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.....	99
Figura 14 - Fósforo total nos viveiros escavados durante a recria do tabaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.....	100

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL .....	16
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 Piscicultura sustentável .....	17
2.2 Qualidade da água.....	20
2.3 Comunidade fitoplanctônica.....	25
2.4 Comunidade zooplanctônica.....	28
<b>CAPITULO I - VARIAÇÃO NICTEMERAL DAS VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS EM VIVEIROS ESCAVADOS NAS FASES DE RECRIA E ENGORDA DE TAMBAQUI (<i>Colossoma macropomum</i>).....</b>	<b>31</b>
RESUMO.....	32
ABSTRACT .....	33
1 INTRODUÇÃO .....	34
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	36
2.1 Área de estudo .....	36
2.2 Procedimento de amostragem.....	40
2.3 Variáveis físicas e químicas.....	41
2.4 Análise estatística.....	42
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
3.1 Variáveis físicas e químicas.....	43
3.1.1 Temperatura do ar e da água.....	43
3.1.2 Oxigênio Dissolvido e Gás carbônico .....	47
3.1.3 Potencial hidrogeniônico .....	52
3.1.4 Alcalinidade total e Dureza total.....	55
3.1.5 Condutividade elétrica e Resistividade .....	58
3.1.6 Sólidos totais dissolvidos e Salinidade.....	60

3.1.7 Amônia e Nitrito .....	63
3.1.8 Fósforo total .....	66
3.1.9 Transparência e Profundidade.....	68
3.2 Análise descritiva.....	70
3.3 Análise da matriz de correlação linear (R Pearson).....	70
4 CONCLUSÕES.....	73
<b>CAPÍTULO II - COMPOSIÇÃO DA COMUNIDADE PLANCTÔNICA NA FASE DE RECRIA DE <i>Colossoma Macropomum</i> EM VIVEIROS ESCAVADOS DE PISCICULTURA.....</b>	
RESUMO.....	75
ABSTRACT .....	76
1 INTRODUÇÃO .....	77
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	79
2.1 Área de estudo .....	79
2.2 Procedimento de amostragem.....	82
2.3 Variáveis físicas e químicas.....	83
2.4 Variáveis biológicas .....	84
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	86
3.1 Composição do fitoplâncton .....	86
3.2 Densidade do fitoplâncton.....	88
3.3 Espécies descritoras .....	88
3.4 Abundância relativa e Frequência de ocorrência do fitoplâncton.....	89
3.5 Composição do zooplâncton.....	92
3.6 Densidade total do zooplâncton.....	93
3.7 Abundância relativa e Frequência de ocorrência do zooplâncton .....	94
3.8 Variáveis físicas e químicas.....	98
4 CONCLUSÕES.....	103



CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	104
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	105

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A importância da aquicultura na economia mundial tem crescido anualmente, aumentando a demanda de consumo de organismos aquáticos pela população. A produção aquícola no estado de Roraima está em ampla expansão, principalmente por apresentar condições climáticas favoráveis que tem permitido o crescimento da espécie *Colossoma macropomum* (tambaqui), que é apreciado por seus hábitos de boa adaptação ao cativeiro, pelas características organolépticas de sua carne e comercialização.

Muitos estudos têm voltado à atenção para o monitoramento da qualidade da água nos diferentes ecossistemas, pois com a intensificação da produção de organismos aquáticos ocorre a deterioração da qualidade da água causando possíveis prejuízos econômicos, sociais e ambientais. Portanto, para obter o sucesso da produção aquícola é necessário inter-relacionar a manutenção da qualidade da água da criação com o crescimento dos organismos.

Desta forma, a caracterização limnológica básica em ecossistema aquícola é importante para o entendimento das reações funcionais e produtividade das comunidades bióticas com respeito aos seus aspectos físicos, químicos, biológicos, ecológicos, meteorológicos e geológicos.

Além do monitoramento ambiental dentro do ambiente aquícola feito através das variáveis físicas e químicas, e também se deve levar em conta a utilização do agrupamento funcional de espécies da comunidade planctônica (fitoplâncton e zooplâncton), considerando seus aspectos ambientais, comportamentais e sensoriais, podendo aprimorar o monitoramento ambiental através da identificação dos grupos que aparecem nos corpos d'água, a sua resistência as alterações nas criações de organismos aquáticos em viveiros, assim determinando a situação da qualidade da água.

Diante do exposto, o estudo foi conduzido em uma piscicultura comercial de grande porte de viveiros escavados, os quais possuem um sistema de abastecimento de água, provindos de nascentes, igarapés e chuva.

O primeiro capítulo desta dissertação aborda os principais aspectos quanto à qualidade da água, designando a importância da caracterização das variáveis limnológicas em mudanças no período de vinte e quatro horas (nictemeral) em fases de recria e engorda sujeito ao manejo da alimentação, do metabolismo da comunidade planctônica, das condições climáticas, e

apresentando possíveis soluções para a atividade não prejudicar o ambiente, a saúde dos peixes e dos consumidores.

O segundo capítulo visa identificar quanti e qualitativamente a comunidade planctônica na fase de recria, para avaliar as forças responsáveis pela variação dos grupos planctônicos nos viveiros como bioindicadores da qualidade da água e seus efeitos no início do ciclo de produção.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Piscicultura sustentável

A piscicultura é um dos ramos da aquicultura que se refere à criação de peixes em cativeiro, cujos aspectos essenciais dependem do planejamento e controle do crescimento, da reprodução, da quantidade e qualidade de peixes, da nutrição, da produção e da qualidade de manejo de todas as etapas de cultivo (SOARES, 2003; EMBRAPA, 2015).

O Brasil apresenta um grande potencial, pois possui recursos hídricos abundantes na sua extensão territorial. Três quartos de sua área encontram-se na zona tropical, onde recebe energia solar abundante durante o ano todo, destaca-se também a enorme importância econômica, produzindo proteína para o consumo humano, impulsionada por uma tendência mundial na procura de alimentos saudáveis e alternativa para o elevado crescimento populacional (CASTAGNOLLI, 1995; BOSMA; VERDEGEM, 2011; MPA, 2015).

A produção brasileira de pescado foi de 1.241.807 toneladas, sendo que 765.287 toneladas foram de origem da pesca (61,6%) e 476.512 toneladas de origem da aquicultura (38,4%), dentre o total da produção brasileira, a região Norte colaborou com 73.009 toneladas, ocupando o quarto lugar de produção entre as regiões e as espécies cultivadas prioritariamente são: o tambaqui (*Colossoma macropomum*), pirarucu (*Arapaima gigas* Cuvier, 1829) e pirapitinga (*Piaractus brachypomus* Cuvier, 1818) (MPA, 2015).

No estado de Roraima o desenvolvimento da piscicultura em específico do tambaqui, devido as suas inúmeras qualidades como: sabor e consistência de sua carne, a boa adaptação ao cativeiro, à ótima aceitação no mercado, a alta prolificidade e o hábito alimentar onívoro, deu-se início na década de 2000, com intensidade de produção empresarial de um pequeno grupo, que ampliava a infraestrutura de cultivo e fortalecia volumes de produção. Na época

não existia informação fidedigna quanto à tecnologia de cultivo, nem resultados de produtividade, visto que a atividade era realizada na prática e sem nenhum tipo de registro. No ano de 2008, foi idealizado um projeto de unidades de observação da piscicultura empresarial do tambaqui, que obteve resposta imediata do SEBRAE para fortalecer o promissor setor, com informações técnicas e estratégicas que permitissem o processo de desenvolvimento, assim, apresentou boas propostas e práticas de manejo para melhores condições de cultivo, utilizando fundamentos empíricos para o desenvolvimento real e específico para o estado de Roraima permitindo a expansão da piscicultura até os tempos atuais (SEBRAE/RR, 2012).

Atualmente tenta-se praticar uma piscicultura sustentável, com a adoção de boas práticas de manejo globais e regionais. A meta das boas práticas de manejo é tornar a aquicultura um empreendimento com vários indicadores para avaliar a eficiência e sustentabilidade no uso de recursos tem sido desenvolvida, englobando parâmetros que incluem critérios sociais, econômicos e ecológicos (BOYD et al., 2007).

A piscicultura convencional reproduz o modelo do agronegócio, utilizando certa quantidade de animais em determinados espaços e alimentando-os à base de rações produzidas com ingredientes transgênicos em sistema de monocultivo. Os efluentes de aquicultura são ricos em nitrogênio, fósforo e matéria orgânica que contribuem para a eutrofização dos corpos d'água receptores, além de ocasionarem redução ou alteração da biodiversidade (HENRY; CAMARGO, 2007).

Nos entendimentos de Teixeira et al. (2006) e Ribeiro et al., (2010) a piscicultura pode ser um ótimo investimento agropecuário, desde que a atividade seja estabelecida sob seus diferentes cultivos, das espécies a serem criadas às condições de mercado regional. Sendo que o sistema de produção é via piscicultura orgânica, com alimentos naturais, por exemplo: plâncton, nécton, bentos ou vegetais, ou mesmo com ração orgânica, utilizando preferencialmente alevinos ou pós-larvas de cultivos orgânicos (MELLO; AMBROSANO, 2007). As rações para peixes orgânicos devem ser formuladas com ingredientes orgânicos, processadas por peletização ou extrusão, de acordo com o hábito alimentar da espécie e fase de criação (SIGNOR et al., 2011).

A produção total mundial de aquicultura orgânica aumentou 950%, produzida por 240 operações certificadas de aquicultura orgânica em 29 países diferentes (XIE et al., 2013). No Brasil, a piscicultura orgânica deve atender a Instrução Normativa Interministerial

MAPA/MPA nº 28/2011 que estabelece as normas técnicas para sistemas de produção aquícola orgânicos a serem seguidos por pessoa física ou jurídica, em seus artigos estão descritas orientações para a produção em relação aos aspectos ambientais, sociais, de bem estar dos organismos aquáticos, da documentação e sobre o registro das propriedades, do plano de manejo orgânico contemplando os regulamentos técnicos e todos os aspectos relevantes do processo de produção. No entanto, segundo Muelbert et al. (2014), não há nenhum registro de piscicultura orgânica certificada no Brasil.

A piscicultura orgânica é um caminho para diminuir os impactos ao ambiente, porém se houver somente a substituição de insumos que pode ser uma ação visando lucros e não os princípios defendidos pela agroecologia. Pois, a agroecologia incorpora questões não tratadas na produção convencional como relações sociais, equidade, segurança alimentar, autoconsumo, qualidade de vida e o diálogo de saberes (ALTIERI, 2004; GLIESSMAN, 2005; SARANDÓN, 2014).

Portanto, deve-se repensar a forma de produção, focando na unidade produtiva como um todo e não apenas em uma atividade. Atualmente a piscicultura em larga escala é extremamente técnica, implicando em custos altos de implantação e execução, desta forma, dependente de alta produtividade para obtenção de lucros. Contudo, a necessidade de construir uma piscicultura sustentável e/ou orgânica que deve ser uma produção rentável de organismos aquáticos que mantêm uma interação harmônica e continuada de espécies e ecossistemas, manutenção dos processos ecológicos essenciais, qualidade de vida, saberes da comunidade e tecnologias disponíveis (GARUTTI, 2003; VALENTI, 2011).

Neste sentido, busca-se por meio dos princípios defendidos por Altieri (2004), Gliessman (2005) e Sarandón (2014) a perspectiva de construir uma piscicultura que seja viável econômica, social, ambiental e politicamente. Os sistemas de produção devem ser analisados como os sistemas de produção de alimentos como um todo, incluindo seus conjuntos complexos de insumos e produção, tendo em conta as interações de todos seus componentes biológicos e socioeconômicos físicos, redução de impactos ambientais e com a interação agrícola, delimitado por fronteiras escolhidas arbitrariamente no espaço e no tempo, tendem a manter um equilíbrio dinâmico, mas estável. Assim, é possível produzir peixe integrado ao agroecossistema, utilizando, por exemplo, os resíduos da piscicultura para fertilizar a horta ou outras plantas que tem a necessidade de nitrogênio e fósforo (Figura 01).

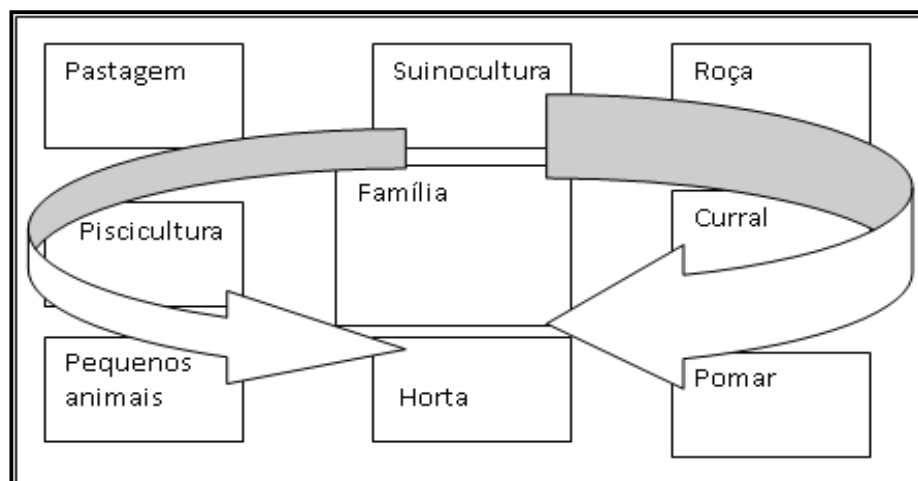


Figura 01 - Representação de um agroecossistema com integração das atividades e insumos.

Para vencer grande parte destes desafios criados para a construção de um empreendimento aquícola deve-se respeitar os princípios sustentáveis, o empreendedor precisa empregar manejo adequado aos propósitos e região, além de conhecer e controlar os aspectos ecológicos, biológicos e socioeconômicos envolvidos na atividade, que podem ser obtidos com estudos básicos (SIPAÚBA-TAVARES et al., 2010a; VALENTI, 2011).

## 2.2 Qualidade da água

A qualidade da água é definida de acordo com parâmetros físicos, químicos e biológicos, sendo a análise extremamente complexa em virtude do grande número de variáveis e suas correlações, sendo utilizadas técnicas exploratórias multivariadas dos dados (KUMAR; SINGH, 2010; TUNDISI; TUNDISI, 2011).

O sucesso de uma piscicultura está relacionado à qualidade da água utilizada para o cultivo dos organismos aquáticos, dependendo da perfeita interação entre o oxigênio disponível, a temperatura, a matéria orgânica, os nutrientes, a densidade e espécie de peixe mantida no sistema (SIPAÚBA-TAVARES et al., 1998; SIPAÚBA-TAVARES et al., 2010a; BOSMA; VERDEGEM, 2011). Os viveiros de piscicultura são ecossistemas dinâmicos, caracterizados pela baixa profundidade e fluxo contínuo de água, que afetam diretamente as variáveis limnológicas (SIPAÚBA-TAVARES et al., 2010a).

Dentre os fatores abióticos que irão interferir no ecossistema aquático, estão as variáveis físicas como temperatura e transparência e químicas como oxigênio dissolvido,

potencial hidrogeniônico (pH), alcalinidade total, gás carbônico, condutividade elétrica, dureza total, amônia, nitrito, nitrato e fósforo (KUBTIZA, 2003).

O oxigênio dissolvido (OD) é o elemento mais limitante em ambientes de cultivo de peixes e que deve receber maior atenção, embora exista em abundância na atmosfera, ele é pouco solúvel na água (MOREIRA et al., 2001). A taxa fotossintética, a temperatura, a pressão atmosférica, turbidez, transparência, compostos nitrogenados, ácido carbônico e aspectos ligados ao manejo são fatores que influenciam as concentrações deste na água (BOYD, 2002).

Para um crescimento e desenvolvimento adequado dos peixes tropicais, a concentração de oxigênio dissolvido deve ser mantida acima  $4 \text{ mg.L}^{-1}$  (SIPAÚBA-TAVARES, 1995). A depleção de oxigênio dissolvido em viveiros fertilizados é um dos principais problemas, uma vez que durante a noite a taxa fotossintética é superada pela taxa respiratória, consumindo grande parte de oxigênio (EL-SAYED et al., 2010). Boyd (1990) acredita que a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) obtida nos viveiros de piscicultura está mais relacionada à respiração planctônica que a processos de decomposição. O tambaqui é um peixe muito resistente a baixas concentrações de oxigênio dissolvido na água  $1 \text{ mg.L}^{-1}$  (SAINT-PAUL, 1984; 1988).

O gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) é produzido principalmente pelo processo de respiração (OSTRENSKY; BOEGER, 1998). A doação de  $\text{CO}_2$  da respiração ou a retirada dele pelo processo de fotossíntese resulta em alteração no pH, levando a formação de carbonato ( $\text{CO}_3$ ) ou bicarbonatos ( $\text{HCO}_3$ ). Outro fator que a influência é a temperatura, pois, o seu valor aumenta com a elevação da mesma (ESTEVES, 1998). Normalmente, as altas concentrações de  $\text{CO}_2$  na água estão relacionadas com a baixa concentração de oxigênio dissolvido (BOYD, 2002).

O  $\text{CO}_2$  é produzido a partir de uma série de processos químicos que acontecem naturalmente em tanques e viveiros, principalmente em condições de pH muito baixo podendo ser armazenada temporariamente na água como bicarbonato e quando reage com os carbonatos em solos alcalinos, essa relação é relativamente rápida e reversível (KUBTIZA, 2003). Embora o  $\text{CO}_2$  seja necessário à vida aquática, em altas concentrações ele pode tornar extremamente perigoso para os peixes, mesmo sendo altamente solúvel, e é recomendado evitar exposições dos peixes por vários dias a concentração de gás carbônico acima de 10

mg.L<sup>-1</sup>. As concentrações na água são bastante baixas e menos de 1% de CO<sub>2</sub> dissolvido na água forma ácido carbônico (SIPAÚBA-TAVARES, 1994; BOYD, 2002).

O pH da água é uma das principais variáveis aferidas pois influencia uma gama de processos físicos, químicos e biológicos, estando relacionado à biodisponibilidade de alguns nutrientes, metais e pesticidas (WILSON, 2011). O pH é normalmente regulado pelo sistema gás carbônico - bicarbonato - carbonato, ficando numa faixa de 6,0 a 8,0, geralmente existe uma flutuação diária de uma ou duas unidades de pH em tanques de cultivo de água doce que se deve a mudanças na taxa de fotossíntese do fitoplâncton e outras plantas aquáticas em função da luminosidade e fotoperíodo (BALDISSEROTTO, 2002; SIPAÚBA-TAVARES et al., 2008).

Os valores do pH da água podem diminuir quando o solo possuir grande quantidade de sulfato, no caso de uma enorme produção de gás carbônico por organismos aquáticos ou atividades de microorganismos produtores de húmus no processo de oxidação orgânica. Contudo, espécies que vivem naturalmente em águas ácidas como peixes da região Amazônica, sobrevivem sem problemas com pH entre 4 e 5 durante dias (BALDISSEROTTO, 2002).

A dureza total é a concentração de todos os cátions bivalentes na água, sendo o cálcio (Ca<sup>2+</sup>) e o magnésio (Mg<sup>2+</sup>) os cátions mais comuns em quase todos os sistemas de água doce. O valor recomendado de dureza total para a cultura de peixes em tanques é acima de 20 mg.L<sup>-1</sup> CaCO<sub>3</sub> (BOYD; EGNA, 1997; BOYD; QUEIROZ, 2004). Este parâmetro influencia no crescimento do fitoplâncton na água e, além disto, o Ca<sup>2+</sup> é essencial para vários processos biológicos dos peixes como construção óssea e coagulação sanguínea, entre outras funções celulares, sendo sua ingestão regulada pela alimentação ou pela absorção branquial (FLIK; VERBOST, 1995).

Quanto à alcalinidade total da água, ela representa a capacidade que um sistema aquoso tem de neutralizar ácidos, e esta capacidade depende de alguns compostos, principalmente carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos (ESTEVES, 2011). A alcalinidade aumenta o pH e por consequência a amônia torna-se mais tóxica com o aumento da alcalinidade. Dureza e alcalinidade são relativamente estáveis, mas podem mudar com o tempo, geralmente semanas ou meses, dependendo do pH e do conteúdo mineral da água e do solo (WURTS; DURBOROW, 1992).



O estudo realizado por Peeters et al. (2009) mostraram que as variáveis relacionadas ao regime de luz (transparência, clorofila-**a** e sólidos em suspensão) e nutrientes (fósforo total e relação N:P) foram as mais importantes para o monitoramento do ecossistema e que para um rápido inventário, o uso de modelo simples baseado meramente na transparência medida pelo disco de Secchi, pode servir como boa medida para a eutrofização especialmente se combinar informações adicionais como a quantidade de nutrientes disponível e algumas características bióticas. Dentre os nutrientes encontrados dissolvidos na água, os mais importantes para definir padrões de qualidade de água são os compostos fosfatados e nitrogenados (SIPAÚBA-TAVARES et al., 2011).

A transparência indica a profundidade que a luz penetra na coluna da água. Muitos são os fatores que podem interferir na transparência da água, mas é determinada principalmente pela quantidade de materiais em suspensão, que podem ser partículas minerais e orgânicas (MEDEIROS, 2002). Além disso, a transparência indica o estado trófico da água, ou seja, ela estará alta quando tiver pouco nutriente e baixa quando os nutrientes forem abundantes (KUBTIZA, 2003).

Material em suspensão, principalmente silte e argila, são altamente prejudiciais aos peixes, podendo depositar-se na superfície de suas brânquias, ocasionando lesões e diminuição na sua capacidade respiratória (BOYD, 2002). Em viveiros e tanques de piscicultura a transparência deve-se apresentar entre 30-50 cm (ambientes eutróficos), contribui para redução dos problemas com baixo oxigênio dissolvido. Por outro lado, medidas de transparência acima de 60 cm (ambientes meso-oligotróficos) permitem a penetração de grande quantidade de luz em profundidade, favorecendo o crescimento de plantas aquáticas submersas que irá competir pelo oxigênio dissolvido no período noturno com os peixes (KUBTIZA, 2003).

A condutividade elétrica pode ser usada para inferir importantes informações sobre o ecossistema aquático, como metabolismo e magnitude da concentração iônica, pois os íons mais diretamente responsáveis pela leitura desta variável são considerados dominantes (ESTEVEES et al., 2011). Avalia a quantidade de nutrientes do meio aquático de forma que quanto maior a taxa de decomposição na água maior será a quantidade de sais dissolvidos e, conseqüentemente, a sua condutividade, por outro lado, valores reduzidos indicam acentuada produção primária (MOREIRA et al., 2001).

A acumulação dos derivados do nitrogênio na forma de amônia e nitrito é um dos principais obstáculos para o desenvolvimento de peixes (PEREIRA; MERCANTE, 2005). Sendo que uma vez no ambiente aquático a amônia é oxidada por bactérias do gênero *Nitrosomonas*, em nitrito ( $\text{NO}^{2-}$ ); o nitrito, produto desta reação, irá sofrer oxidação por ação de bactérias do gênero *Nitrobacter*, sendo transformado em nitrato ( $\text{NO}^{3-}$ ). Ambos os processos acima ocorrem em condições aeróbias e são conhecidos como nitrificação. Já a redução do nitrito para amônia é conhecida como desnitrificação e se realiza em condições anaeróbicas, próprias de ambientes eutrofizados, em que ocorre a decomposição da matéria orgânica (EL-SAYED et al., 2010; ESTEVES, 2011).

O nitrogênio amoniacal dissolvido na água encontra-se sob a forma ionizada ( $\text{NH}_4$ ), e não ionizada ( $\text{NH}_3$ ), que se relacionam entre si por uma reação ácido-básica (VINATEA-ARANA, 2010). A proporção da amônia não ionizada e ionizada são dependentes do pH, da temperatura e da salinidade. Quanto maior o pH, maior a proporção de amônia não ionizada (RANDALL; TSUI, 2002).

Os efeitos tóxicos da amônia presente na água para os peixes estão relacionados, sobretudo à forma não ionizada, devido à facilidade com que esta molécula atravessa as membranas celulares por difusão passiva. As membranas biológicas são permeáveis a amônia não ionizada, mas relativamente impermeáveis ao íon amônio (RANDALL; TSUI, 2002). Dessa forma, qualquer pequeno aumento na concentração externa de amônia não ionizada, pode causar aumento na concentração interna de amônia total, excedendo as concentrações toleradas pelo organismo (EL-SAYED et al., 2010).

O nitrito ao contrário da amônia que se torna tóxica em baixas concentrações, só apresenta toxicidade em altas concentrações (BOYD, 2002). No meio aquoso, o nitrito pode estar sob duas formas: ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) e o nitrito ionizado ( $\text{NO}_2^-$ ). O pH determina o equilíbrio entre essas duas formas na água, em pH ácido (2,5) cerca de 90% do total está sob a forma de ácido nítrico; em pH (4,5) em torno de 90% está sob a forma de nitrito e acima de pH (5,5) haverá apenas nitrito na água (VINATEA-ARANA, 2004). O ácido nítrico difunde-se livremente nas brânquias, enquanto o nitrito é transportado através da membrana branquial pelos co-transportadores competidores com o cloreto (BALDISSEROTTO, 2002).

O nitrito chega ao sangue do peixe por difusão e sua toxicidade é devido à oxidação do  $\text{Fe}^{2+}$  (estado ferroso) funcional da hemoglobina em  $\text{Fe}^{3+}$  (estado férrico), resultando na

formação de meta-hemoglobina. A meta-hemoglobina é incapaz de transportar oxigênio, estabelecendo-se um quadro de hipóxia e cianose (DUBOROW et al., 1997).

Na maioria das águas continentais, o fósforo é um fator limitante da produtividade, sendo apontado como o principal responsável pela eutrofização artificial destes ecossistemas (ESTEVES, 1998). Em piscicultura, a dinâmica do fósforo é controlada pelo arraçamento e fertilização dos tanques e viveiros. O arraçamento pode contribuir com o aumento do fósforo de duas maneiras: através da decomposição do alimento não consumido e com o uso de ração com baixa conversão alimentar (SIPAÚBA-TAVARES et al., 2008).

De forma geral, os nutrientes disponibilizados pela degradação promovida pelas bactérias são incorporados pelo fitoplâncton. O zooplâncton e os peixes herbívoros consomem o fitoplâncton e pequenas partículas revestidas com bactérias, que também servem de alimento para os macroinvertebrados detritívoros bentônicos. Os peixes também podem consumir os organismos zooplanctônicos, mas a principal fonte de alimento natural é o fitoplâncton (EL-SAYED et al., 2010).

O conhecimento dos fatores físicos e químicos que limitam a produção em ecossistemas aquáticos é importante para o planejamento das estratégias de manejo que permita o reuso da águas, incremento a produção de peixes reduzindo os riscos de poluição dos aquíferos, a saúde humana e dos animais que minimizam os efeitos da eutrofização artificial.

### **2.3 Comunidade fitoplanctônica**

A comunidade fitoplanctônica é composta por microrganismos fotoautotróficos que vivem suspensos todo seu ciclo e fase vegetativa na coluna d'água, responsáveis por grande parte da produção primária do planeta (ESTEVES, 2011; REYNOLDS, 1997). A comunidade tem sido considerada um discriminador ambiental eficiente no diagnóstico do estado trófico, já o conhecimento dos padrões de mudanças de espécies ou da composição de gêneros serve como instrumento para os estudos ecológicos e sanitários de corpos d'água (MATSUZAKI et al. 2004; TUNDISI; TUNDISI, 2011; BORGES et al., 2010).

As mudanças na composição de espécies do fitoplâncton podem ocorrer em decorrência direta de influências externas (alogênicas) ou internas (autogênicas), como o consumo de nutrientes resultando em alterações progressivas do ambiente (REYNOLDS,

1988). Dessa maneira, a dinâmica do fitoplâncton pode ser controlada por uma combinação de vários processos hidrodinâmicos que atuam em diferentes escalas espaciais e temporais, assim, a comunidade fitoplanctônica deve ser capaz de ajustar suas atividades metabólicas a variações de flutuações ambientais, que se diferem sensivelmente de um dia para o outro (CALIJURI 1999; ESTEVES, 2011).

As análises e avaliações do desenvolvimento temporal e espacial do fitoplâncton tornam-se por vezes difíceis devido a gama de fatores ambientais que são necessários considerarem às propriedades fisiológicas de cada espécie. Entretanto, pode-se dizer que alguns fatores são fundamentais para a regulação do desenvolvimento do fitoplâncton: luz e temperatura, regulação da impulsão, os nutrientes e fatores biológicos. Cada espécie fitoplanctônica possui uma série de mecanismos de tolerância e o desenvolvimento populacional é mais rápido quando se verifica a combinação ótima dos fatores interatuantes e diversas estratégias em conjunto de características morfológicas, fisiológicas, reprodutivas e comportamentais similares, permitindo melhores respostas a uma série de condições ambientais (WETZEL, 2001; FINKEL et al., 2010; WANG et al., 2010).

Existe a classificação das espécies de acordo com o ciclo de vida. As classificações baseadas na estratégia de vida são promissoras, pois tentam agrupar as espécies fitoplanctônicas em um número limitado de grupos com comportamento similar. De acordo com o ambiente apresenta a densidade populacional alta, serão favorecidos os organismos K-estrategistas, que são aqueles com capacidade reprodutiva menor, mas que são mais aptos na utilização e competição por recursos escassos; C-estrategistas (competidoras) são espécies mais adaptadas e com habilidade superior em dominar e explorar ambientes saturados em luz e nutrientes exclui as demais, desde que as condições ambientais sejam ótimas; R-estrategistas (ruderal) espécies que sobressaem em ambientes com grande mistura vertical e especializada em explorar ambientes turbulentos e com gradientes de luz; e S-estrategistas (stress) espécies que sobrevivem em ambientes com grande redução dos nutrientes e estabilidade física da coluna d'água (ODUM, 1988; REYNOLDS, 1998; MIELEITNER et al., 2008; BORGES et al., 2010).

As classes Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae, Euglenophyceae e Zygnemaphyceae encontram-se entre as principais classes de algas presente em água doce (NOGUEIRA, 1996). E em pisciculturas, a diversidade da comunidade planctônica está diretamente relacionada às condições de qualidade da água e variáveis climáticas (SIPAÚBA-

TAVARES et al., 2011). As algas que ocorrem em uma piscicultura são importantes porque podem afetar o ambiente, modificando a cor, cheiro, gosto, oxigênio dissolvido e turbidez (SEM; SONMEZ, 2006). Além disso, o crescimento do fitoplâncton pode regular os valores de pH em sistemas de água doce, aumentando esta variável quando o processo fotossintético supera a respiração e diminuindo quando só ocorre a respiração (WANG et al., 2007).

A importância da obtenção do plâncton vivo para utilização na alimentação das larvas e alevinos (juvenis) de peixes está associada à variedade de formas de aplicação dos mesmos. Um alimento de alto teor nutritivo, rico em aminoácidos e ácidos graxos essenciais, dentre outros elementos que favorecem o crescimento e a sobrevivência das diferentes espécies a serem cultivadas (SIPAÚBA-TAVARES; ROCHA, 2003).

As algas verdes pertencentes a clorofíceas são as mais diversas em tanques e viveiros de piscicultura, geralmente correspondendo a quase metade dos gêneros componentes do fitoplâncton. Os fatores ambientais limitantes para as Chlorophyceae, especialmente as não móveis são o clima de luz subaquático, a estabilidade da coluna d'água que separa luz e nutrientes, perdas por sedimentação e os autosombreamento das algas (MACEDO, 2004).

Euglenophyceae é composta de algas com ampla distribuição em ambientes continentais, e bem adaptadas em águas com elevados teores de matéria orgânica, nitrogênio e fósforo (ALVES-DA-SILVA, 2004). Os fatos de estes organismos poderem se movimentar é uma vantagem em ambientes túrbidos com relação à luz e permitem utilizar nutrientes presentes em camadas mais profundas, podendo em seguida voltar para a região eufótica (GIANE, 1999).

As diatomáceas (Bacillariophyceae) são algas celulares ou filamentosas, desprovidas de flagelos com parede celular formada por duas metades sobrepostas e constituída, principalmente, por compostos de sílica (ESTEVES, 1998). A especificidade ecológica de muitas espécies de diatomáceas e a facilidade de agregar componentes das mesmas fazem com que as mesmas sejam utilizadas como indicadores da qualidade de água (ROUND et al., 1990).

As cianobactérias ou cianofíceas são microrganismos aeróbios fotoautotróficos, conhecidas como algas azuis. Os processos vitais desses microrganismos requerem somente água, dióxido de carbono, substâncias inorgânicas e luz. A fotossíntese é o principal modo de obtenção de energia para o metabolismo de cianofíceas. As florações são mais intensas decorrentes das elevadas temperaturas da água todo o ano e as longas horas de luz por dia,

que estimulam a fotossíntese e a multiplicação das cianobactérias, que são consideradas indesejáveis, pois são relativamente pobres como base para a cadeia trófica aquática tem hábito de crescimento maciço, algumas espécies podem produzir metabólitos com odor e sabor desagradável no animal cultivado, ou ainda, podem produzir metabólitos secundários, sendo algum deles potencialmente tóxicos a variados organismos (BOUVY et al., 2000; AZEVEDO, 2005; BICUDO; BICUDO, 2006).

## **2.4 Comunidade zooplanctônica**

Zooplâncton é um termo genérico para um grupo de organismos heterotróficos, tanto pertencentes aos protistas como aos metazoários, de diferentes categorias sistemáticas, tendo como característica comum à coluna d'água como seu habitat (ESTEVES et al., 2011). Em ecossistemas aquáticos de água doce a estabilidade é baixa e a colonização pelo plâncton é realizada em curtos períodos de tempo evolucionário, conseqüentemente, a população local mostra elevada habilidade para preencher nichos ecológicos vazios (PINESE et al., 2012).

A comunidade zooplanctônica contém uma fauna rica e diversa, com alguns grupos ocorrendo exclusivamente em viveiros de piscicultura. Esta comunidade constitui em uma ferramenta sensível para monitorar as variações ambientais, podem ser importantes indicadores para qualidade da água, níveis de poluição e eutrofização, além de serem fontes de alimento para cadeia trófica (ETILE et al., 2009; NEGREIROS et al., 2009; ESTEVES, 2011).

Estes organismos possuem dieta herbívora-detritívora muito eficientes, exercendo impacto na comunidade fitoplanctônica através da predação. Também constituem fonte de alimento para organismos em níveis tróficos superiores, como peixes planctófagos e invertebrados carnívoros (ETILE et al., 2009). Na atividade de cultivo de peixes a produção de plâncton é um fator de grande importância, uma vez que constitui o mais adequado alimento para peixes em fase jovem, especialmente Rotífera e Copépoda. A presença destes organismos na rede trófica pode permitir melhor desenvolvimento larval (NEGREIROS et al., 2009).

As alterações temporais e espaciais ocorrentes em ecossistemas são complexas e responsáveis por variações de padrões cíclicos. Se o tempo de vida de um organismo é curto em relação às mudanças ambientais, são esperadas oscilações ou flutuações da densidade

populacional, assim, como em ecossistemas naturais, a comunidade zooplanctônica de tanques e viveiros de piscicultura é influenciada por variáveis ambientais, sendo dependente, sobretudo do pH, alcalinidade, temperatura, concentração de oxigênio dissolvido, nitrogênio, fósforo e amônia, também envolvendo variáveis ecológicas intrínsecas e extrínsecas (NEGREIROS et al., 2009; SARTORI et al., 2009; MAJAGI; VIJAYKUMAR, 2009).

A comunidade zooplanctônica também pode ser influenciada por altos níveis de matéria orgânica pelo efeito cascata, o tempo de residência dos tanques e viveiros de piscicultura, promovendo mudanças na diversidade e composição taxonômica (SIPAÚBA-TAVARES et al., 2008). Esta comunidade também depende da quantidade de alimento disponível no ambiente, onde as mais altas abundâncias zooplanctônicas foram observadas em corpos d'água com grande quantidade de clorofila-**a** e baixa transparência (WHITMAN et al., 2004).

A contínua substituição de espécies é uma das características mais marcantes do plâncton (SARTORI et al., 2009). A diversidade de espécies zooplanctônicas em tanques e viveiros de piscicultura geralmente é alta, sobretudo quando se tratam dos grupos Cladóceras, Rotífera e Copépoda que merecem destaque nos ambientes aquáticos, pois, contribuem com 90% da biomassa total do zooplâncton. Estes grupos constituem a principal fonte de alimento para diferentes espécies de peixes, sendo o elo entre produtores e consumidores de nível superior na cadeia trófica. Exercem papel fundamental na reciclagem de nutrientes e são sensíveis às mudanças ambientais, apresentando respostas imediatas a qualquer alteração ambiental, servindo como indicadores de qualidade da água e do grau de trofia dos sistemas aquáticos (CARDOSO et al., 2008; NEGREIROS et al., 2009).

Rotíferas são caracterizados como organismos oportunistas, consumindo e assimilando uma ampla variedade de fontes alimentares, com alta taxa de renovação e tolerância às condições ambientais, resultando em uma comunidade com grande diversidade (BONECKER et al., 2009). A riqueza de espécies de Rotífera perifíticos pode ser reforçada pelo aumento de nichos, como na presença de macrófitas aquáticas (GREEN, 2003). Elevadas densidade de Rotífera tem sido associadas com a capacidade destes organismos de se adaptar rapidamente a ambientes instáveis ou perturbados, como os tanques de piscicultura, tornando-se fato comum nestes ambientes (SIPAÚBA-TAVARES et al., 2008).

Copépoda com elevada abundância, geralmente está associada a períodos de aumento do tempo de retenção da água. Isso pode estar relacionado ao fato destes organismos

possuírem ciclo biológico longo e mais complexo (K-estrategistas), requerendo alta estabilidade ambiental. Copépoda - Cyclopóida *Thermocyclops minutuse T. decipiens* podem ser indicadores de estado trófico do sistema, onde o primeiro é característico de ambientes oligotróficos, com maior frequência nos períodos chuvosos (SARTORI et al., 2009). Os Copépoda - Calanóida *A. furcatus* são organismos planctônicos que apresentam um comportamento descontínuo de natação, um importante estímulo visual para as larvas de peixes. A maioria destes organismos é filtradora, mas ainda existe pouca informação sobre a preferência alimentar natural e os valores alimentares individuais das espécies presentes no fitoplâncton natural (SIPAÚBA-TAVARES; MATSUMURA-TUNDISI, 1984; PUELLO-CRUZ et al., 2009; CHEN et al., 2010).

Cladóceras são indicadores de ambientes oligotróficos, desempenhando importante papel na ecologia e qualidade da água, ocupando um nível trófico intermediário na cadeia alimentar e em regiões tropicais apresentam desenvolvimento mais rápido (efeito da temperatura), baixo tempo de vida, baixo tempo de geração e o maior limiar alimentar dos taxa tropicais (CHEN et al., 2010; HAN et al., 2011).

Estudos com o comportamento do zooplâncton ainda não encontraram uma característica sintética e geralmente as variáveis que interferem na dinâmica temporal são analisadas individualmente (SARTORI et al., 2009). E os ecossistemas altamente produtivos e vulneráveis necessitam ser gerenciados racionalmente para que possam continuar a desempenhar seus papéis ecológicos e socioeconômicos (ETILE et al., 2009).



**CAPITULO I - VARIAÇÃO NICTEMERAL DAS VARIÁVEIS  
LIMNOLÓGICAS EM VIVEIROS ESCAVADOS NAS FASES DE  
RECRIA E ENGORDA DE TAMBQUI (*Colossoma macropomum*).**

## RESUMO

O estudo da variação nictemeral é importante para entender a ecologia dos viveiros escavados, compreendendo as variações comportamentais dos organismos como as variações dos fatores físicos e químicos da água. O trabalho teve como objetivo avaliar a variação nictemeral das variáveis limnológicas em ambiente de criação de peixes tambaqui em viveiros escavados no município do Cantá-RR. As variáveis analisadas foram temperatura do ar e da água, pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, resistividade, sólidos totais dissolvidos, salinidade, nitrito, amônia, gás carbônico, fósforo total, dureza total, alcalinidade total, transparência e profundidade. Verificou-se que as variáveis físicas e químicas sofreram grandes variações para um período de vinte e quatro horas, principalmente no viveiro de alevino II que estava eutrofizado com pH altamente básico favorecendo o crescimento de cianobactérias e modificações no oxigênio da água chegando a níveis críticos, fazendo com que os peixes sofram estresse e isto pode trazer prejuízo no crescimento e reprodução dos mesmos. As correlações ocorreram entre poucas variáveis, devido ao grau e dependência das mesmas. Contudo os parâmetros estão dentro dos limites aceitáveis para criação de peixes tambaqui nas fases de recria e engorda.

**Palavras-chave:** Piscicultura, qualidade da água, comunidade planctônica.

## ABSTRACT

### **Nycthemeral variation of variables limnological in nurseries excavated in the phases of the rearing and fattening of tambaqui (*Colossoma macropomum*)**

The study of nycthemeral variation is important to understand the ecology of nurseries excavated, including behavioral variations of organism such as the variations of the physical and chemical factors of water. This work had as objective to evaluate the variation nycthemeral rhythm of variables limnological in environment for the creation of fish tambaqui in nurseries excavated in the county Cantá-RR. The variables were air temperature and water, pH, dissolved oxygen, conductivity, resistivity, total dissolved solids, salinity, nitrite, ammonia, carbon dioxide, total phosphorus, total hardness, total alkalinity, transparency and depth. It was found that the physical and chemical variables had suffered large variations over a period of twenty-four hours mainly in farmed fingerlings II was eutrophic as highly basic pH favors the growth of cyanobacteria, changes in water oxygen reaching critical levels, causing the fish from suffering stress, and this can bring about loss in growth and reproduction thereof. The correlations occurred between a few variables, given the degree and dependence on them. However the parameters are within acceptable limits for the creation of tambaqui fish in the rearing and fattening.

**Keywords:** Fish farming, water quality, plankton community.

## 1 INTRODUÇÃO

Estudos sobre a reprodução, o crescimento e a produção de espécies de organismos aquáticos estão em plena expansão, visto que o mercado de peixes tem um potencial econômico significativo no mundo inteiro. Entretanto, com 12% da água doce disponível do planeta, apenas uma fração dos corpos d'água provenientes de barramento, lagos, lagoas, açudes, depósitos de águas pluviais e remansos de rios é liberada para produção de pescado (OSTRENSKY et al., 2008; MPA, 2014). O aproveitamento dos recursos hídricos existentes em Roraima tem proporcionado o desenvolvimento da criação de peixes em viveiros escavados, viveiros barragens e açudes.

Dentre os sistemas de cultivos empregados, destaca-se o uso de viveiros escavados, manejados em regime semi-intensivo, nesse sistema de produção, há a otimização do processo, podendo-se conseguir uma elevada produtividade em um determinado espaço, bem como incrementar consideravelmente a produção aquícola, o que requer monitoramento regular das condições ambientais (JORDAN et al., 2011). Contudo, o desenvolvimento deste tipo de atividade produtiva apresenta riscos, por considerar a qualidade da água e sua manutenção em viveiros de piscicultura requisito básico para o sucesso econômico, sustentável e social. E esta qualidade pode ser influenciada por vários fatores de origem, por exemplo, no manejo alimentar e fonte de abastecimento (SIPAÚBA-TAVARES, 1994).

Os ambientes aquáticos são dinâmicos e podem sofrer enormes variações físicas, químicas e biológicas ao longo do tempo. As modificações espaciais podem causar heterogeneidade na distribuição de nutrientes, pois, em corpos d'água, onde a matéria orgânica, advindas de fontes externas ou internas contribui para o enriquecimento da água do viveiro, e o pool de nutrientes da camada superficial depende do equilíbrio entre as perdas por sedimentação e aumento dos fluxos de nutrientes da camada profunda (HAKANSON et al., 2002; ESTEVES, 2011; ODUM, 2012).

Em viveiros de piscicultura é comum a ocorrência de estratificação térmica e química produzindo distribuição dos compostos físicos e químicos ao longo da coluna d'água. Como gases nocivos e minerais podem ser liberados dos sedimentos que, misturam-se por e entre a massa de água, há o risco de ocorrer mortalidade de peixes, assim como a ração alocada deve ser balanceada e proporcional ao consumo dos organismos, pois o arraçoamento exagerado, somado as elevadas taxas de excretas dos peixes, levam a um aumento nas concentrações dos

compostos fosfatados e nitrogenados, afetando diretamente os organismos cultivados e causando alta proliferação de algas (BALDISSEROTTO, 2002; GUNKEL, 2003; ZHANG et al., 2004; VINATEA-ARANA, 2004).

As oscilações nos indicadores limnológicos dos viveiros de piscicultura determinam, as condições da qualidade da água para a produção da comunidade planctônica, interferindo na capacidade de produção dos organismos produzidos. Dessa forma, mudanças no período de 24 horas (nictemeral) podem ser maiores do que alterações que ocorrem em um ciclo anual. Assim, estudos sobre a variação nictemeral são importantes para compreensão tanto do comportamento dos organismos como transformações dos fatores físicos e químicos da água (ESTEVEES et al., 1994; ESTEVES, 2011).

O presente trabalho teve como objetivo analisar a variação nictemeral das variáveis limnológicas em viveiros escavados de criação de peixes tambaqui nas fases de recria e engorda.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo

A pesquisa foi conduzida na Agropecuária Carvalho, na fazenda “2 irmãos”, localizada na vicinal 02 do município do Cantá, Roraima, Brasil, nas coordenadas geográficas 20 N 768540, 50 E 273661, 74 N, compreendendo a infraestrutura da piscicultura na propriedade (Figura 02).

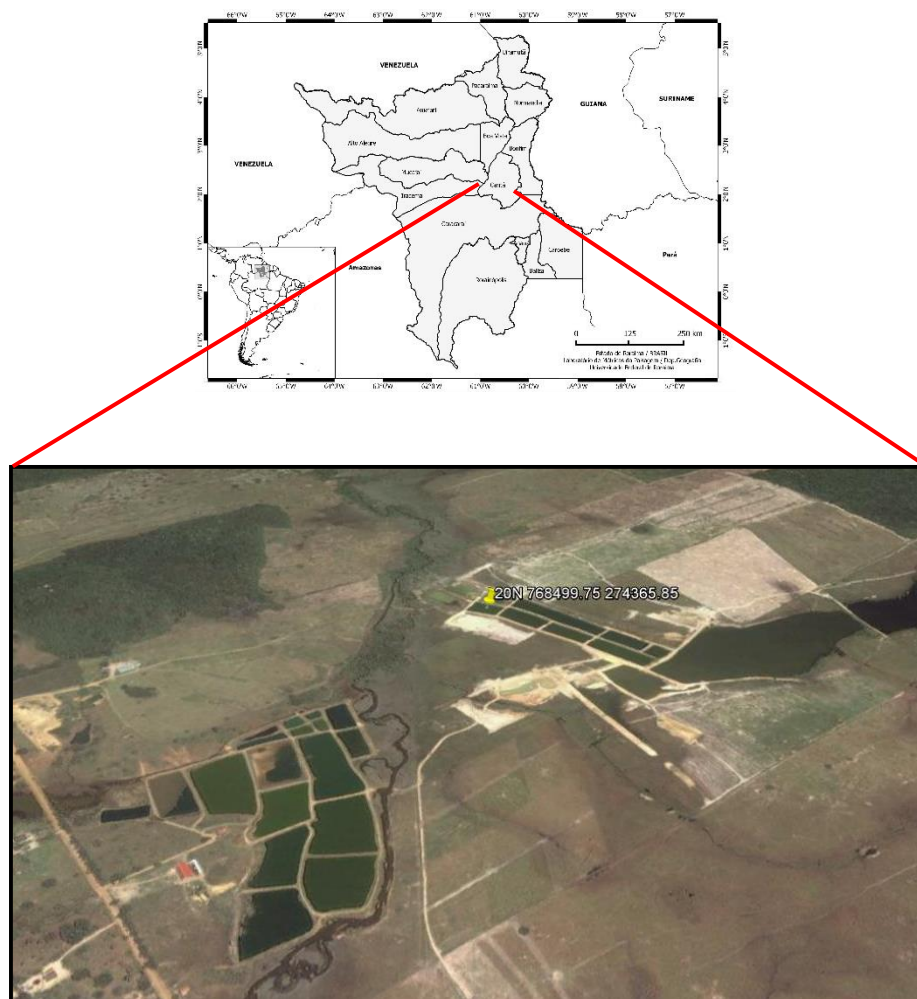


Figura 02 - Localização da piscicultura Agropecuária Carvalho, no município do Cantá-RR.

Fonte: GOOGLE EARTH (2016).

A piscicultura é constituída por setenta e três (73) viveiros escavados com disposição sequencial onde se pratica a criação semi-intensiva de organismos aquáticos compreendendo as fases de alevinagem/recria e engorda para fins comerciais do tambaqui. Os viveiros usados para o experimento foram três viveiros para alevinagem/recria com uma área superficial total de 1.776,13 m<sup>2</sup>, profundidade média de 1,30 m, estes viveiros são novos e foram construídos a menos de um ano, e nenhuma preparação foi realizada para receber os peixes na fase de recria; e três viveiros de peixes na fase de engorda com uma área total de 31.188.1 m<sup>2</sup>, profundidade média de 1,70 m, viveiros mais antigos da propriedade com aproximadamente vinte anos de uso, e em todos os viveiros vêm sendo feito o manejo ao final de cada ciclo de produção (Figura 03 e 04).

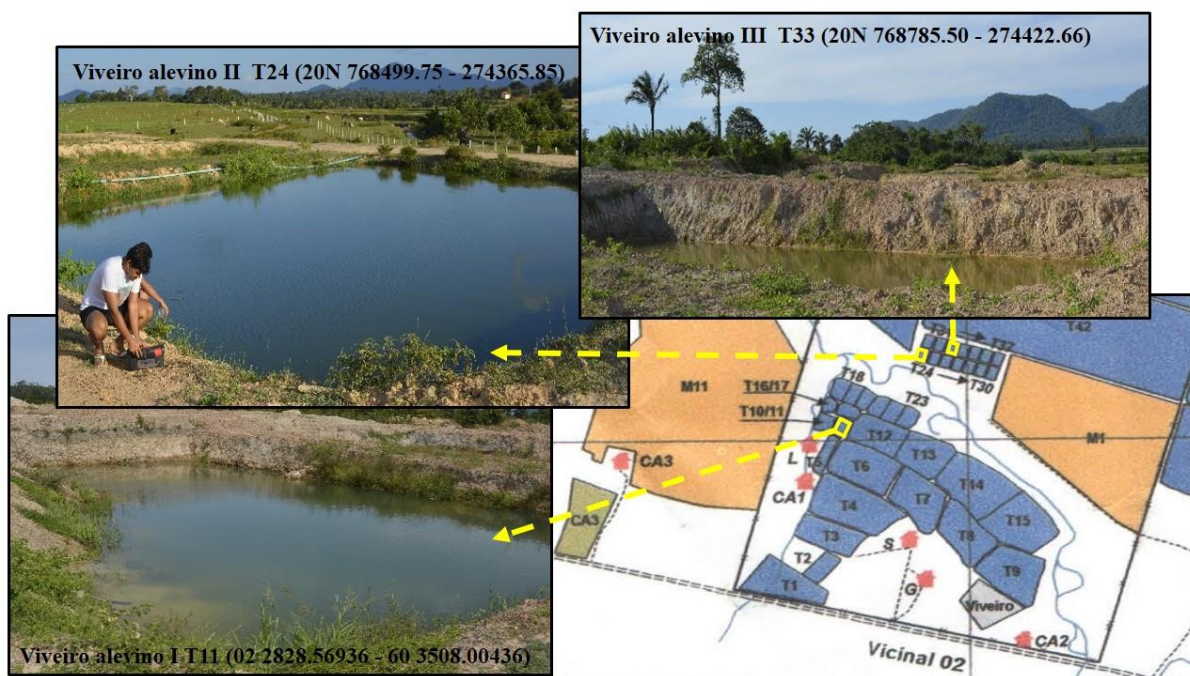


Figura 03 - Identificações dos viveiros escavados de alevinos estudados na fase de recria da piscicultura Agropecuária Carvalho, no município do Cantá-RR. Fonte: PLANTA-BAIXA (2015), GOMES (2015) E PORTO (2015).

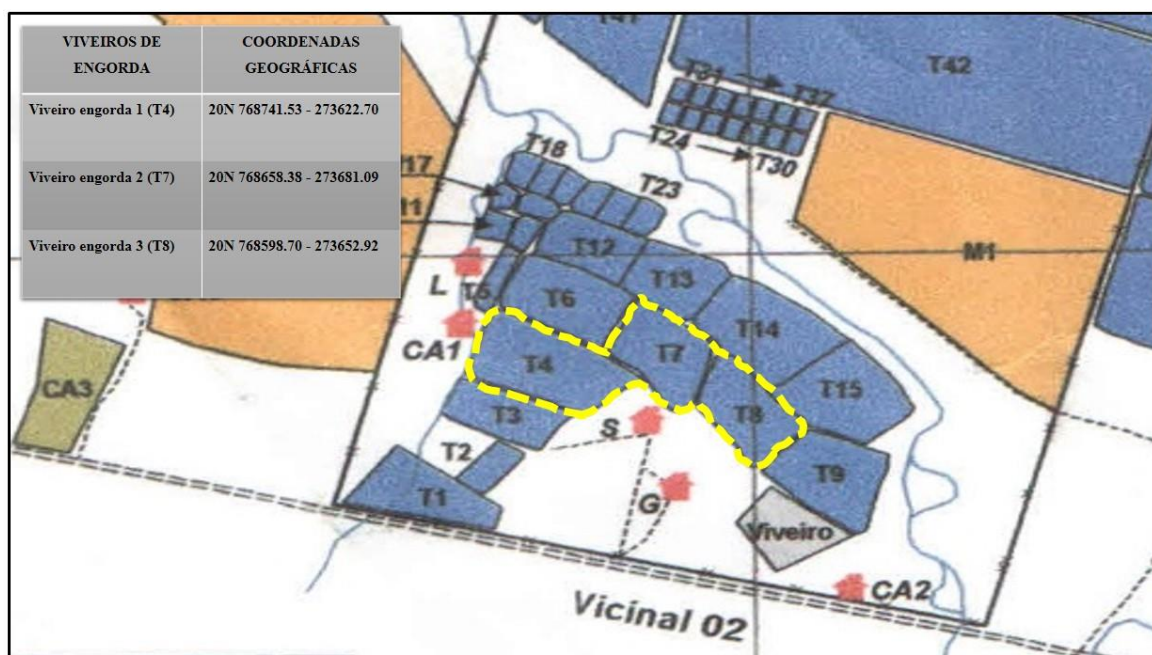


Figura 04 - Identificações dos viveiros escavados de engorda estudados da piscicultura Agropecuária Carvalho, no município do Cantá-RR. Fonte: PLANTA-BAIXA (2015).

Os seis 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. Nos três viveiros de engorda, o igarapé 02 também é canalizado em um viveiro, onde há domínio de macrófitas aquáticas e posteriormente esta água é transferida para os viveiros de criação de peixes de forma sequencial (Figura 05). Os efluentes dos viveiros escavados estudados, durante o ciclo de produção são despejados diretamente no igarapé 03, sem nenhum tratamento prévio.



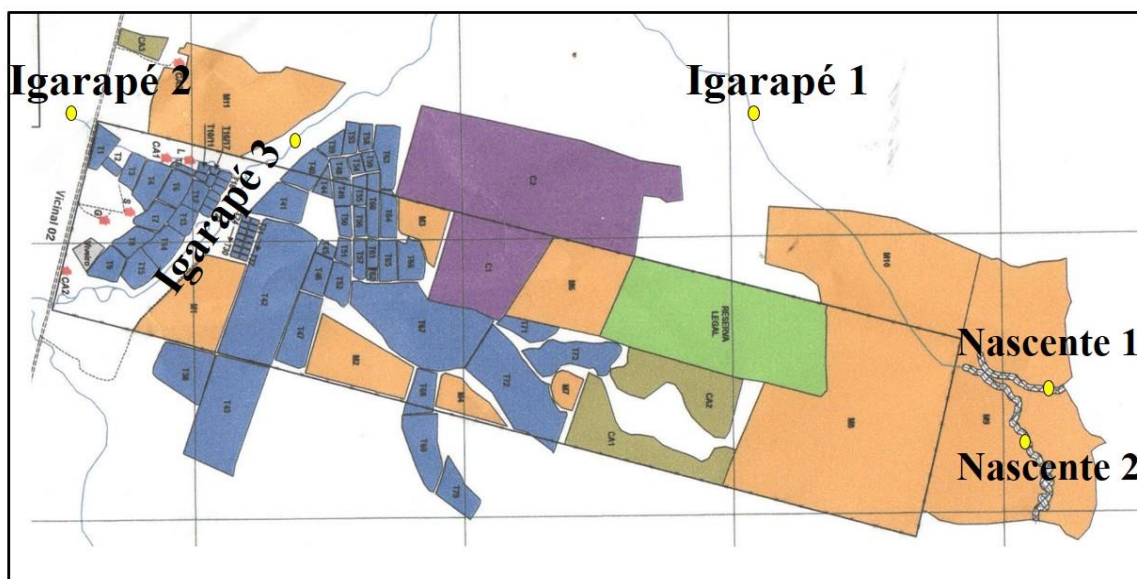


Figura 05 - Identificações das fontes de abastecimentos dos viveiros escavados da piscicultura Agropecuária Carvalho, no município do Cantá-RR. Fonte: PLANTA-BAIXA (2015).

Os peixes criados no empreendimento foram alimentados com ração comercial para peixes onívoros, das marcas Bigsal e Karino com 28% de proteína bruta ambas para engorda, e a marca Laguna 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/recria foi realizada quatro vezes ao dia, totalizando cerca de 9 Kg; enquanto os peixes em engorda recebiam 50 Kg de ração por dia, distribuídos um saco de ração pela manhã e outro pela tarde.

Nos arredores da piscicultura sofre influência de pastagens e criação de animais domésticos. Assim, o ambiente estudado pode sofrer influência negativa do entorno, contribuindo para o enriquecimento da água dos viveiros, principalmente no período de elevada precipitação.

O clima do município do Cantá é do tipo quente e semiúmido com 05 a 06 meses secos e duas estações bem distintas: verão (época seca) e inverno (época de chuva), com a primeira de outubro a março e a segunda de abril a setembro. A média da temperatura é de 27,5°C. Com relação às precipitações pluviométricas, o Município apresenta uma distribuição irregular ao longo de todo o ano, a precipitação média situa-se entre 1.750 a 2.000 mm (SEPLAN, 2014).

O ambiente está situado numa área de florestas ombrófilas densas e área de contato (formação pioneira/floresta), sendo partes alteradas com pastagens, lavouras e vegetação secundária, sob influência de clima tropical (Aw) com o período seco longo segundo a classificação de Köppen (ZEE, 2002; FERREIRA et al., 2007; SEPLAN, 2014). Caracterizam-se por seus aspectos geomorfológicos, com o relevo plano que representa cerca de 70% da área; as elevações isoladas representando 10%; e áreas com relevo fortemente ondulado representando 20% da área (ZEE, 2002; SEPLAN, 2014). O município do Cantá-RR é drenado pelos rios: Branco, Quitauaú e Baraúna, e a rede hidrográfica da região apresenta os igarapés: Cajubim, Cachorro, Guaruma, Jacamim e Jenipapo (ZEE, 2002; SEPLAN, 2014).

## 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 termino no mês de outubro de 2015. Realizaram-se duas coletas nictemeral (dias 08 e 09 de setembro; e 07 e 08 de outubro de 2015), contemplando o início do acompanhamento uma semana após o povoamento dos viveiros de alevinos/juvenis na fase de recria, com tamanho entre 02 a 05 cm e viveiros de engorda em um ciclo de produção em andamento (Figura 06).



Figura 06 - Peixes alocados nos viveiros escavados na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.

Para acompanhar a variação nictemeral das variáveis físicas e químicas (temperatura do ar, temperatura da água, potencial hidrogeniônico, oxigênio dissolvido, gás carbônico, condutividade elétrica, resistividade, sólidos totais dissolvidos, salinidade, amônia, nitrito, fósforo total, alcalinidade total, dureza total, transparência, profundidade) foram feitas amostragens durante um período de vinte e quatro horas, com intervalos de duas horas entre os procedimentos, totalizando doze horários diferentes, começando às 16:00 e terminando às 14:00 horas. Foram estabelecidos seis viveiros de amostragem, de modo que incluiu três (03) viveiros de alevinos/juvenis na recria e três (03) viveiros de engorda de um ciclo de produção em andamento; onde cada local foi considerado uma repetição.

### **2.3 Variáveis físicas e químicas**

Para determinar as variáveis químicas (gás carbônico, amônia, nitrito, fósforo total, alcalinidade total, dureza total), foram coletadas amostras 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 em caixas para serem transportadas do campo ao laboratório de Organismos Aquáticos da Amazônia-LOAM, onde as amostras foram resfriadas e conservadas em refrigerador para posterior análise; as outras variáveis físicas e químicas (temperatura do ar, temperatura da água, potencial hidrogeniônico, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, resistividade, sólidos totais dissolvidos, salinidade, transparência, profundidade) foram medidas no local, na piscicultura Agropecuária Carvalho, no entorno dos viveiros e na água dos viveiros na subsuperfície (aproximadamente 20 cm) da coluna d'água, mediante aparelhos específicos citados abaixo.

No Laboratório de Organismos Aquáticos da Amazônia-LOAM, EMBRAPA-RR, localizado na cidade de Boa Vista-RR, foram realizadas as análises para determinação do gás carbônico segundo a metodologia de titulação (APHA, 2012), fósforo total com auxílio do kit HI 93713-0 Hanna instruments, amônia, nitrito, alcalinidade total e dureza total, seguindo a metodologia calorimétrica do kit técnico de piscicultura. No entanto, as outras variáveis foram medidas *in situ*, na região limnética dos viveiros: a temperatura do ar, temperatura da água, pH, condutividade elétrica, resistividade, sólidos totais dissolvidos e salinidade, mediante HI 9829 multiparameter meter Hanna instruments; o oxigênio dissolvido mediante ProODO

digital professional series da YSI incorporated; transparência e profundidade com o auxílio do disco de Secchi (Figura 07).

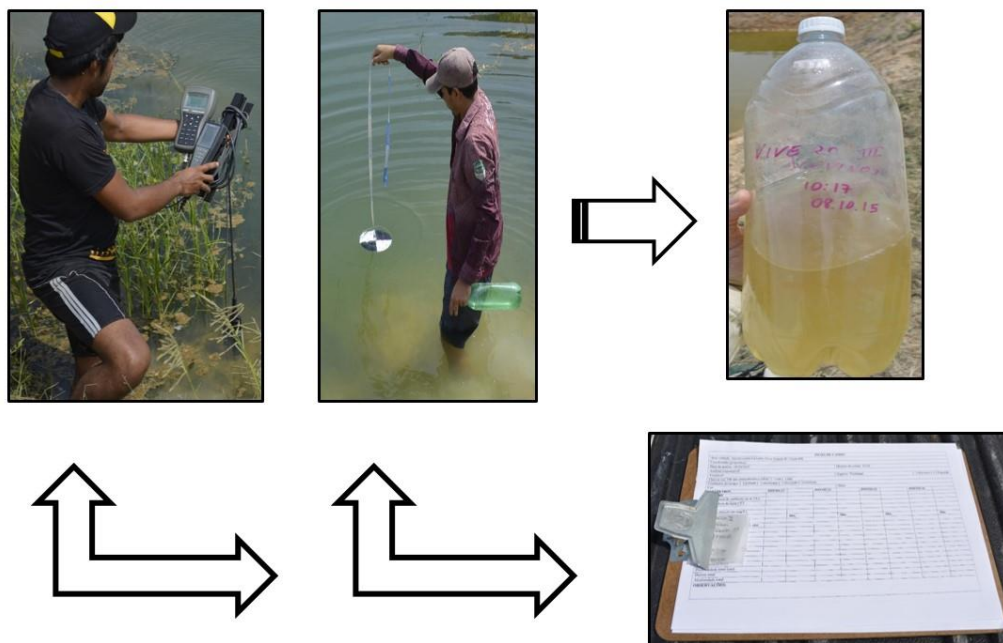


Figura 07 - Esquema de coleta das variáveis físicas e químicas nos viveiros escavados da piscicultura Agropecuária Carvalho, no município do Cantá-RR.

## 2.4 Análise estatística

A descrição dos dados das variáveis físicas e químicas medidas durante o período de vinte e quatro horas nas fases de recria e engorda foram submetidos a estatística descritiva quantitativa para sumarizar, organizar e apresentar os dados brutos, gerando: valor mínimo e máximo, média, amplitude total, erro padrão e coeficiente de variação.

Após os dados serem sumariados na análise descritiva, os mesmos foram submetidos a análise da matriz de correlação linear (R Pearson) para verificar o grau de associação entre as variáveis físicas e químicas no período de vinte e quatro horas, este coeficiente de correlação tem valores entre -1 e +1, sendo negativa quando a variável diminui com o aumento da outra variável, e positiva quando uma variável aumenta com o aumento da outra, observando-se sempre a normalidade das variáveis consideradas. O nível de significância usado foi de  $p=0,05$ .

Todas as análises foram realizadas pelo programa de estatística BioEstat 5.0 (AYRES et al., 2007).

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

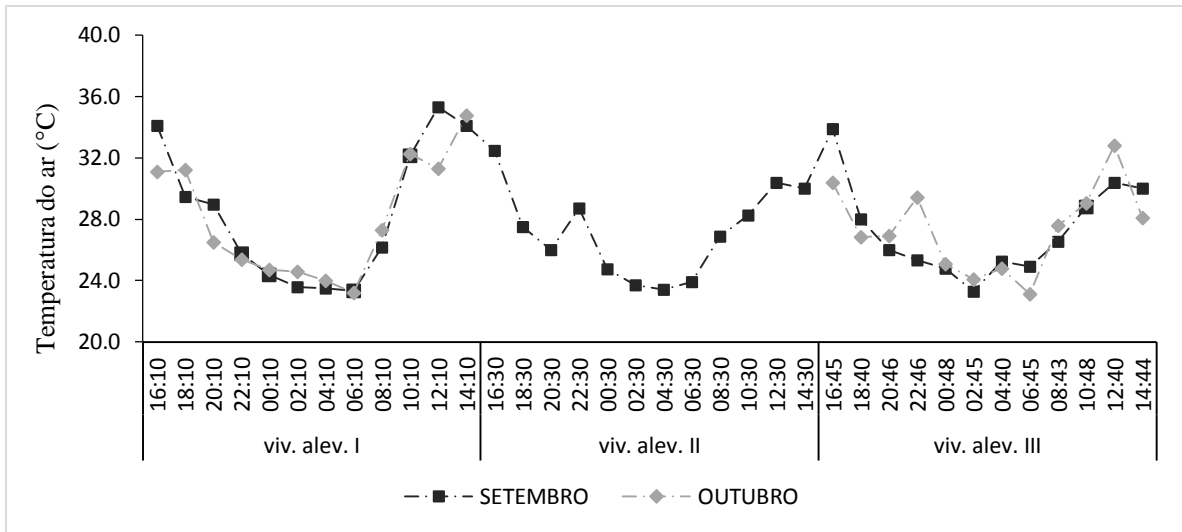
No período de vinte e quatro horas nas fases de recria e engorda serão explicados os comportamentos das diferentes variáveis físicas e químicas com possíveis relações entre os fatores envolvidos. Pode-se observar nas figuras de 08 (A) a 23 (A) de alevinos na fase de recria que não haverá resultados do viveiro alevino II no mês de outubro de 2015, pois o mesmo foi seco para um novo ciclo de produção.

#### **3.1 Variáveis físicas e químicas**

##### **3.1.1 Temperatura do ar e da água**

A temperatura do ar na fase de recria durante o acompanhamento dos viveiros variou de 23,1 a 35,3 °C  $\pm 0,44$ , com amplitude total de 12,2 °C, coeficiente de variação de 12,39% e média de 26,9 °C. Na fase de engorda o acompanhamento oscilou de 22,1 a 34,9 °C  $\pm 0,35$ , com amplitude total de 12,8 °C, coeficiente de variação de 11,04% e média de 26,9 °C (Figura 08 (A) e (B)).

(A)



(B)

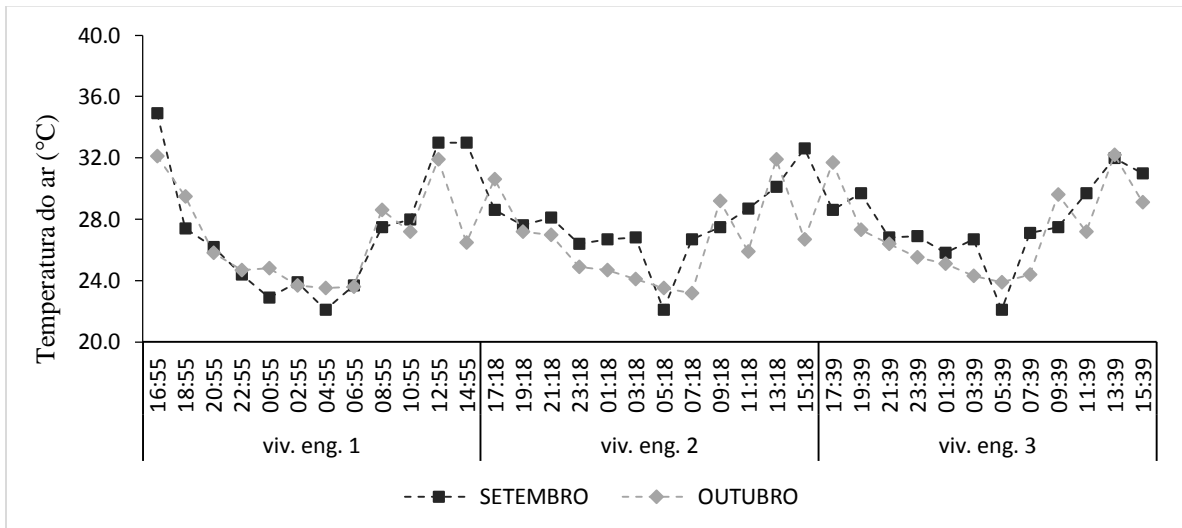
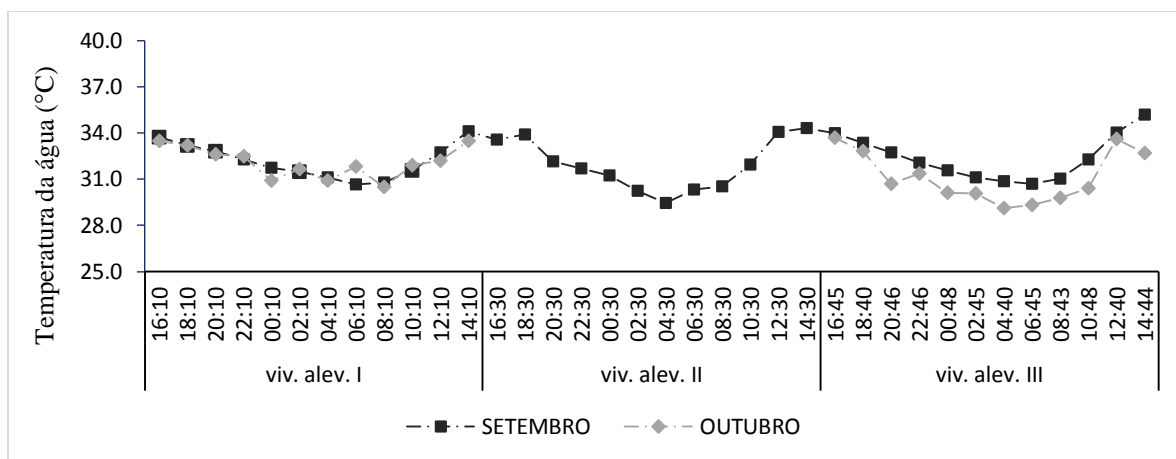


Figura 08 - Temperatura do ar no entorno dos viveiros escavados durante avaliação nictemeral nos meses de setembro e outubro de 2015, nas fases de (A) recria e (B) engorda do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.

A temperatura da água na fase de recria durante o acompanhamento dos viveiros variou de 29,1 a 35,2 °C  $\pm 0,18$ , com amplitude total de 6,1 °C, coeficiente de variação de 4,50% e média de 31,8 °C. Na fase de engorda o acompanhamento oscilou de 29,5 a 33,6 °C  $\pm 0,13$ , com amplitude total de 4,1 °C, coeficiente de variação de 3,54% e média de 26,9 °C (Figura 09 (A) e (B)).

(A)



(B)

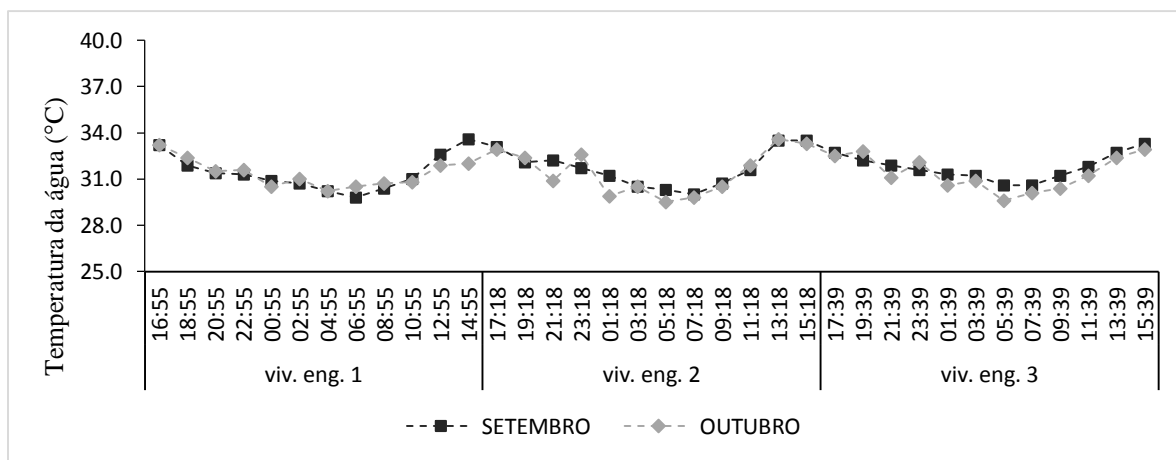


Figura 09 - Temperatura da água nos viveiros escavados durante avaliação nictemeral nos meses de setembro e outubro de 2015, nas fases de (A) recria e (B) engorda do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.

Os resultados desta variável ambiental durante os meses de setembro e outubro de 2015 num período de vinte e quatro horas foram próximos figura 09 (A) e (B), e não mostrou flutuações diferentes daquelas usualmente esperadas, ou seja, aumentos graduais das 06:00h às 16:00h e diminuições posteriores. Vale a pena destacar os maiores valores da temperatura

que correspondem aos horários das 12:00h às 14:00h, apresentaram-se em setembro que faz parte da estação chuvosa e não em outubro que inicia a estação do verão, como seria de esperar (VINATEA-ARANA, 2010; SEBRAE/RR, 2012; SEPLAN, 2014). Os dados estudados correspondem com o fato de que nos trópicos e subtropicais as variações sazonais de temperatura são relativamente constantes, pequenas ou mesmo ausentes e que suas variações diárias são maiores e significativas (ESTEVES, 1988).

A figura 09 (A) teve oscilações entre os dois meses, mesmo mantendo os valores altos, estas flutuações ocorreram principalmente nos viveiros alevinos II e III no período da noite e madrugada. Sabendo que a fonte de substâncias dissolvidas é externa, mas a produção continuada da matéria orgânica no ambiente depende muito da circulação entre suas camadas superior e inferior, a energia para estes movimentos e a reciclagem de materiais provém da radiação solar, que ocasiona mudanças na temperatura da água e no padrão do vento (ESTEVES, 2011). Portanto, o clima figura 08 (A) e (B) possui influência decisiva na produtividade orgânica e nos demais processos a ela ligados e que praticamente toda energia que dirige e controla o metabolismo da água, emana diretamente da energia solar, já que suas absorção e dissipação na forma de calor afetam: a profundidade, a estrutura térmica, a estratificação e os modelos de circulação (WETZEL, 2001; VINATEA-ARANA, 2010; TUNDISI; TUNDISI, 2011).

Nas amplitudes totais da temperatura da água mostraram uma diferença de 2 °C figuras 09 (A) e (B) e todos os viveiros tinham as mesmas condições de exposições de radiação solar, provavelmente devido ao tempo do ciclo de produção, a profundidade, o tamanho dos peixes, a densidade dos peixes e fases de produção diferentes (SIPAÚBA-TAVARES, 1994).

Em relação à temperatura da água figura 09 (A) e (B) mostrou-se mais alta que à temperatura do ar figura 08 (A) e (B) nos dois meses de amostragens num período de vinte e quatro horas, mas a temperatura da água sempre acompanhou o ciclo diário da radiação solar e temperatura do ar (ESTEVES, 2011). Nas coletas realizadas nos meses de setembro e outubro de 2015, nos certificamos que não choveu nas vinte e quatro horas que antecederam as coletas, e nos dias das coletas observaram-se que a condição do tempo durante o dia era ensolarada e no período da noite era estrelado. Estes dados foram confirmados por observações em campo e por consulta no Climatempo.



A inversão térmica do ar e água foi observada no final da tarde, início da noite e nas primeiras horas do dia, mostrando o grande poder da retenção de energia da água. Durante o dia, a água absorveu o calor necessário para romper as ligações de hidrogênio da água líquida; e na ausência de radiação solar à noite, a difusão térmica na água foi lenta para que o sistema não perdesse calor e água, causando a estabilidade térmica. O calor específico da água líquida é elevado, fazendo com que as massas líquidas modifiquem-se lentamente, gerando a conservação de calor na água (VINATEA-ARANA, 2010; ESTEVES, 2011). Outro fator que pôde ter influenciado foi o vento, pois o mesmo proporciona a totalidade da energia que distribui o calor na massa d'água, já que as correntes de ar se movimentam através da interface água/ar, sua força friccional movimenta as águas superficiais, gerando misturas e correntes proporcionais à intensidade do vento, além de causar o aumento das taxas de esfriamento e evaporação na superfície, principalmente durante os períodos de baixa umidade atmosférica, suficiente para reduzir a estabilidade térmica e favorecer a mistura profunda (WETZEL, 2001; TUNDISI; TUNDISI, 2011; ESTEVES, 2011).

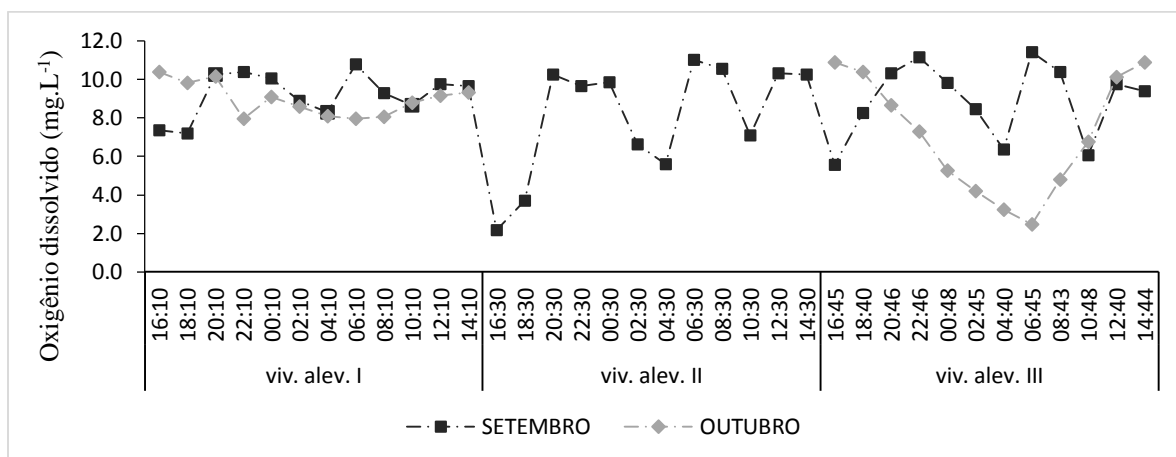
Os valores da temperatura d'água na criação do tambaqui durante o acompanhamento variaram entre 29,1 a 35,2 °C, na recria e de 29,5 a 33,6 °C, na engorda. Estes resultados da temperatura da água dos viveiros escavados na fase de recria e engorda, no período de vinte e quatro horas nos dois meses coletados foram considerados adequados para a prática da piscicultura, já que a temperatura d'água de peixes tropicais tem uma ampla faixa de 20 a 30 °C, sendo as melhores entre 28 a 32 °C (PROENÇA et al., 1994; KUBTIZA, 1998). Segundo Gomes et al. (2010) afirmam que a faixa de temperatura da água aceitável para o crescimento do tambaqui está entre 25 a 34 °C, confirmando os resultados obtidos neste trabalho. E também são reportadas mortalidades de tambaqui quando a água atinge temperaturas inferiores a 18 °C, sendo que essas temperaturas dificilmente ocorrem na região Norte, o que reafirma os resultados desta pesquisa quanto à temperatura da água e do ar.

### **3.1.2 Oxigênio Dissolvido e Gás carbônico**

O oxigênio dissolvido (OD) na fase de recria durante o acompanhamento dos viveiros variou de 2,2 a 11,4 mg.L<sup>-1</sup> ±0,29, com amplitude total de 9,2 mg.L<sup>-1</sup>, coeficiente de variação de 26,91% e média de 9,1 mg.L<sup>-1</sup>. Na fase de engorda o acompanhamento oscilou de 0,4 a

13,2 mg.L<sup>-1</sup> ±0,35, com amplitude total de 12,8 mg.L<sup>-1</sup>, coeficiente de variação de 40,10% e média de 7,6 mg.L<sup>-1</sup> (Figura 10 (A) e (B)).

(A)



(B)

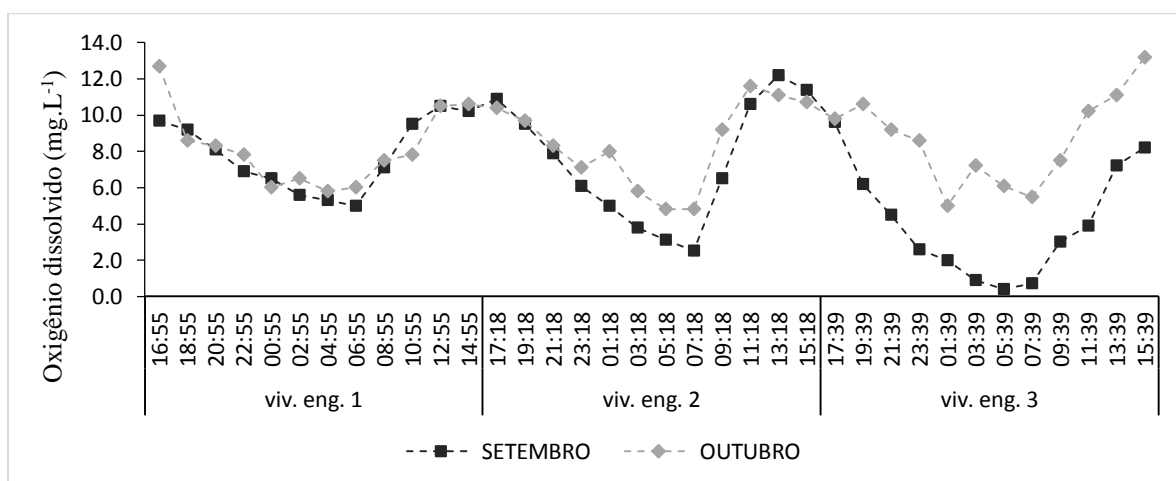
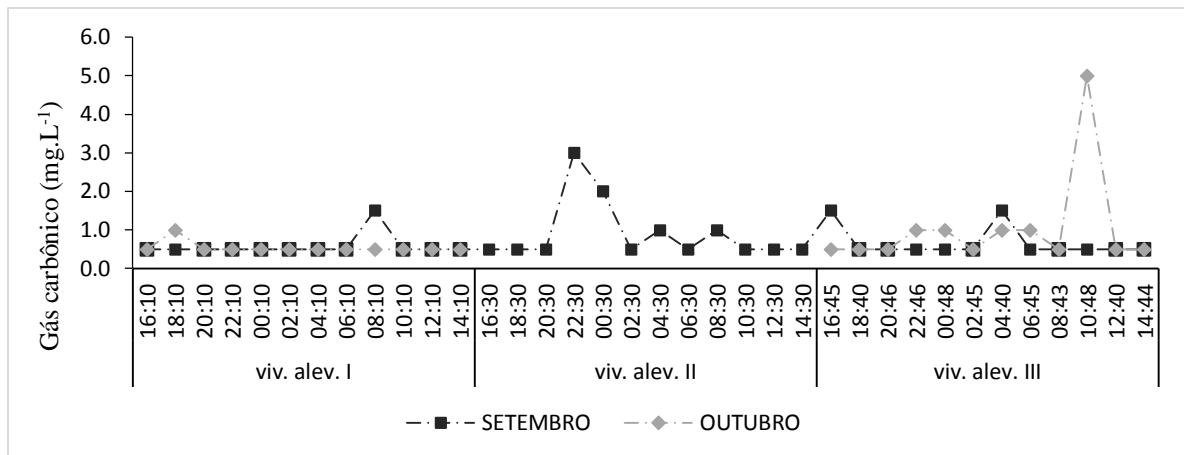


Figura 10 - Oxigênio dissolvido nos viveiros escavados durante avaliação nictemeral nos meses de setembro e outubro de 2015, nas fases de (A) recria e (B) engorda do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.

O gás carbônico na fase de recria durante o acompanhamento dos viveiros variou de 0,4 a 4,9 mg.L<sup>-1</sup> ±0,09, com amplitude total de 4,4 mg.L<sup>-1</sup>, coeficiente de variação de 94,68% e média de 0,4 mg.L<sup>-1</sup>. Na fase de engorda o acompanhamento oscilou de 0 a 3,9 mg.L<sup>-1</sup> ±0,07, com amplitude total de 3,9 mg.L<sup>-1</sup>, coeficiente de variação de 100,97% e média de 0,4 mg.L<sup>-1</sup> (Figura 11 (A) e (B)).

(A)



(B)

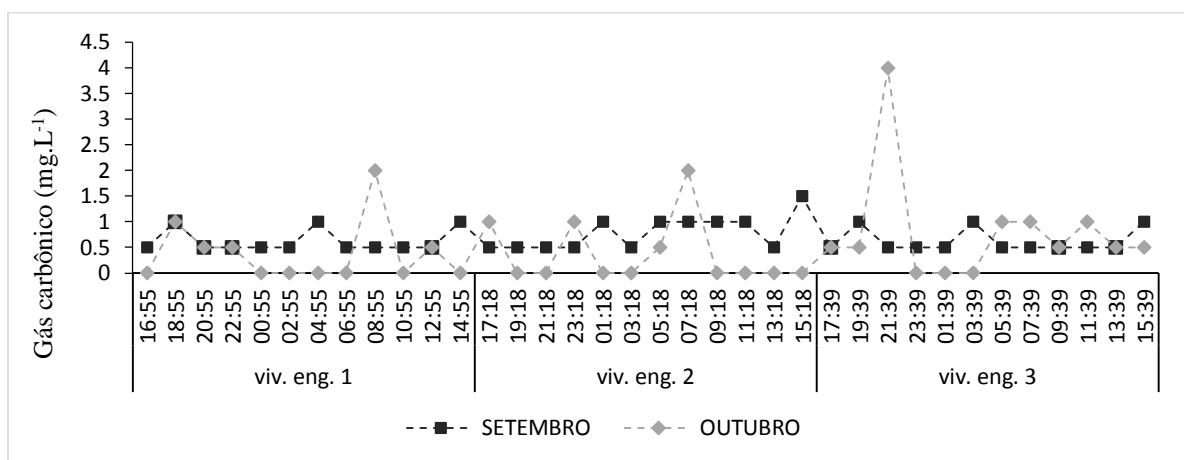


Figura 11 - Gás carbônico ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) dos viveiros escavados durante avaliação nictemeral nos meses de setembro e outubro de 2015, nas fases de (A) recria e (B) engorda do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.

Na figura 10 (A) e (B) podemos observar as mudanças diárias do OD nos viveiros, que durante o dia o nível de OD eleva-se até alcançar um nível máximo devido, quase totalmente aos processos fotossintéticos. Já durante a noite, a respiração biológica e a oxidação química do sedimento provocam uma perda substancial do OD presente nos viveiros. A quantidade de oxigênio então acumulada na água garante a respiração dos peixes e dos próprios vegetais no período noturno, pois atingem o valor mínimo nas primeiras horas do dia próximo à zero. Situações como estas podem acarretar mortalidade de peixes ou piora no seu desempenho. Tal fato é acentuado nas épocas quentes, devido à menor solubilidade do oxigênio na água e ao aumento do metabolismo dos peixes, que exige maior consumo de oxigênio à elevação de temperatura da água (SIPAÚBA-TAVARES, 1994).

Foi observado que o comportamento de OD na figura 10 (A) e (B) variaram em blocos nos dois meses, horários e viveiros, nas respectivas coletas. O primeiro foi constituído pelos horários das 16:00 às 20:00h, o segundo pelos horários das 22:00h às 06:00h, e o terceiro das 08:00h às 14:00h. Nestes horários as concentrações apresentaram enormes variações, especialmente nos viveiros de alevinos (viv. alev. II e III) e engordas (viv. eng. 2 e 3), e baixas concentrações no segundo bloco.

Os baixos teores de OD detectados nos viveiros de alevinos (viv. alev. II e III) e engordas (viv. eng. 2 e 3), podem ser atribuídos aos comportamentos de sólidos totais dissolvidos, temperatura, salinidade, amônia, transparência e taxa fotossintética. Sendo que a coluna d'água misturada mostrou maiores concentrações de sólidos totais dissolvidos figura 17 (A) e (B), o que aumenta o consumo de oxigênio ocasionando sua consequente diminuição; as altas temperaturas figura 09 (A) e (B) contribui para diminuir a solubilidade do oxigênio e aumenta o metabolismo dos peixes que aumenta em 10% a cada grau mais elevada afeta a ingestão de alimentos, digestão e excreção; e as altas concentrações de amônia que influenciariam fortemente a dinâmica do oxigênio, desde que para oxidar 1 mg de (NH<sub>3</sub>) são necessários, praticamente, 4,3 mg de oxigênio (KUBTIZA, 2003; VINATEA-ARANA, 2010; ESTEVES, 2011).

Em específico, na figura 10 (A) no viveiro alevino II, observou-se uma variação na flutuação no período de vinte e quatro horas incomum, isto provavelmente deve ter ocorrido pela grande quantidade de fitoplâncton, que retira o oxigênio da água por meio dos processos de respiração; profundidade figura 23 (A) do viveiro que provocou uma estratificação do oxigênio por ação do fitoplâncton, o qual consegue estacionar na camada superficial; morte repentina do fitoplâncton entrando em processo de decomposição; o alimento que aumenta a carga de matéria orgânica a ser decomposta pelas bactérias; contaminação da água de abastecimento com substâncias e sólidos totais dissolvidos; blooms de cianobactérias nas margens do viveiro (VINATEA-ARANA, 2010; SIPAÚBA-TAVARES et al., 2010).

Enquanto, na figura 10 (B) no período da noite ocorreram concentrações críticas de OD nos viveiros engordas 2 e 3 colocando em risco a saúde dos peixes, devido a quantidade de organismos existentes nos viveiros, pouca renovação da água, fitoplâncton muito abundante e pelo tempo de produção desses peixes que aproximava-se dos treze meses, portanto, à medida que o cultivo avança no tempo, os viveiros passam de uma condição autotrófica (predominância de processos fotossintéticos, com saldo positivo de oxigênio) para

uma condição heterotrófica (predominância dos processos de respiração, com saldo negativo de oxigênio), basicamente por maior incorporação e acumulação de matéria orgânica vinda da ração e dos dejetos dos animais de cultivo (VINATEA-ARANA, 2010).

O tambaqui é um peixe resistente à hipóxia, suportando valores inferiores a  $1 \text{ mg.L}^{-1}$ , pois, em condições críticas de falta de OD, a espécie apresenta uma adaptação morfológica, que é um aumento do lábio inferior, chamado de “aiu”. Nessas situações o peixe costuma nadar junto a superfície, para poder captar mais oxigênio (GOMES et al., 2010). Entretanto, a melhor concentração de oxigênio para o crescimento do tambaqui são superiores a  $3 \text{ mg.L}^{-1}$  e segundo Lima et al. (2013) a  $4 \text{ mg.L}^{-1}$ , porém valores abaixo de 3 a  $4 \text{ mg.L}^{-1}$  ocasionam a diminuição da ingestão de alimento e consequentemente do crescimento do peixe (BALDISSEROTTO, 2009).

O oxigênio dissolvido na água dos viveiros na sua maioria no período de vinte e quatro horas e nos dois meses de coletas apresentaram concentrações acima de  $3 \text{ mg.L}^{-1}$ , estando dentro do limite tolerável para a sobrevivência dos peixes e seu desenvolvimento, com exceções de alguns pontos de níveis críticos que foram explicados acima.

O gás carbônico é de fundamental importância para o metabolismo das algas e de outros vegetais fotossintetizantes, mas a distribuição desse gás na massa d'água é exatamente oposta à do oxigênio dissolvido (SIPAÚBA-TAVARES, 1995).

Durante o dia o fitoplâncton remove o gás carbônico da água para uso na fotossíntese, assim diminuindo a concentração do  $\text{CO}_2$  no sistema observado na figura 11 (A) e (B), que causa o aumento do pH na água figura 12 (A) e (B) que consequentemente, provoca a elevação da concentração do oxigênio dissolvido na água figura 10 (A) e (B). Durante a noite, a atividade respiratória pode exceder a fotossíntese, resultando em aumento da concentração de  $\text{CO}_2$  o que pode ser visto em alguns horários na figura 11 (A) e (B), assim como em quedas dos valores de oxigênio dissolvido figura 10 (A) e (B). Entretanto, podemos observar que na figura 11 (B) no mês de outubro de 2015 alguns resultados de  $\text{CO}_2$  foram iguais à zero, ou seja, no período do dia a produção fotossíntese estava alta e no período da noite esta atividade não foi extrapolada pela atividade respiratória. E segundo Sipaúba-tavares (1995), quando o pH é igual ou superior a 8,3 não se verifica a presença do  $\text{CO}_2$ , indicando outro fator para demonstrar o resultado obtido.

Segundo Sebrae/RR (2012) e Lima et al. (2013), o gás carbônico em altas concentrações é tóxico aos peixes, logo, diminui a vontade natural de comer retardando o

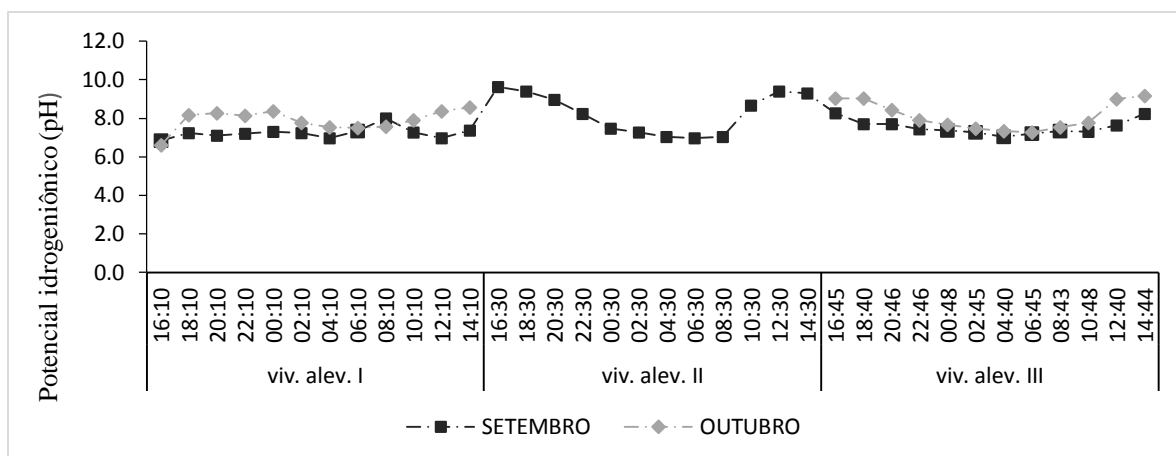
crescimento. O CO<sub>2</sub> também causa a redução do pH da água pela formação de ácido carbônico e promove o desenvolvimento de algas fotossintéticas que usam como fonte de carbono (nutriente), estas algas por sua vez, embora não tóxicas, conferem à carne dos peixes gosto desagradável (gosto de terra).

Os resultados de CO<sub>2</sub> foram convenientes para a criação de peixe tambaqui, pois, a concentração de CO<sub>2</sub> mantiveram-se abaixo de 02 a 04 mg.L<sup>-1</sup> faixa tolerável para os peixes, com exceção de um ponto disposto da seguinte maneira: na fase de recria no viveiro alevino III no horário de 10 horas 48 min. com 4,9 (SEBRAE/RR, 2012).

### **3.1.3 Potencial hidrogeniônico**

O potencial hidrogeniônico na fase de recria durante o acompanhamento dos viveiros variou de 6,6 a 9,6 ±0,09, com amplitude total de 3, coeficiente de variação de 9,55% e média de 7,6. Na fase de engorda o acompanhamento oscilou de 6,9 a 10,9 ±0,11, com amplitude total de 4, coeficiente de variação de 11,36% e média de 9,3 (Figura 12 (A) e (B)).

(A)



(B)

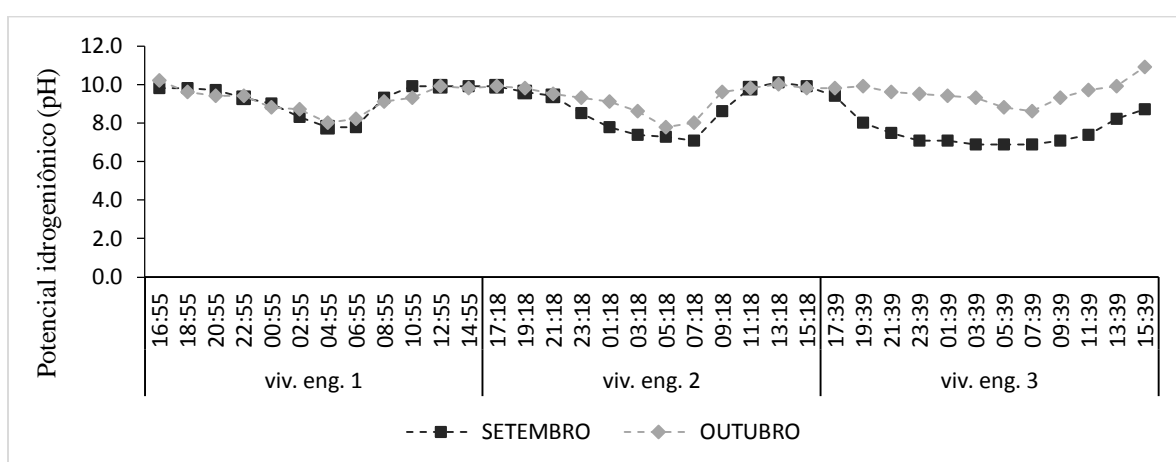


Figura 12 - Potencial hidrogeniônico dos viveiros durante avaliação nictemeral nos meses de setembro e outubro de 2015, nas fases de (A) recria e (B) engorda do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.

O pH da água é uma variável especial nos ambientes aquáticos, podendo ser a causa e a consequência de vários processos físicos, químicos e biológicos, e normalmente regulado pelo sistema gás carbônico - bicarbonato - carbonato (SIPAÚBA-TAVARES et al., 2008; VINATEA-ARANA, 2010).

Os valores observados na figura 12 (A) mantiveram-se entre 6,6 a 9,6, mas durante o estudo manteve uma média de 7,6 indicando pH próximo do neutro, com poucos picos entre 9,0 a 9,6; indicando que o bicarbonato é predominante na água, enquanto na figura 12 (B) os valores no período do estudo estiveram sempre de 6,9 a 10,9 com uma média de 9,3 indicando pH básico, com esses valores não verifica a ocorrência de CO<sub>2</sub>, e abaixo de 8,3 é nula a ocorrência de carbonatos. A comunidade aquática interfere através da assimilação do CO<sub>2</sub>, já

que durante o processo fotossintético podem elevar o pH do meio. O CO<sub>2</sub> é liberado pelos processos respiratórios do fitoplâncton e dos microorganismos, assim adicionado da atmosfera por difusão, a remoção do CO<sub>2</sub> da água provoca um aumento do pH (mais básico), com a proliferação do fitoplâncton o pH também aumenta devido a liberação de íons hidroxila resultantes da hidrólise do bicarbonato realizados pelas células vegetais (SIPAÚBA-TAVARES, 1995).

No período de vinte e quatro horas não ocorreram variações tão grandes, com exceção do viveiro engorda 3, onde houve uma diferença nos meses de coletas. Geralmente existem em flutuações diárias de uma ou duas unidades de pH em tanques e viveiros de cultivo de água doce que se deve a mudanças na taxa de fotossíntese do fitoplâncton e outras plantas aquáticas em função da luminosidade e fotoperíodo, como observado na figura 12 (A) e (B) (BALDISSEROTTO, 2002; SIPAÚBA-TAVARES et al., 2008).

Como visto na figura 12 (B), o pH alto ocorreu em quase todo o período do estudo, e estavam relacionados a baixa renovação de água dos viveiros que podem acarretar a formação de compostos ácidos e a evaporação que ocorre no ambiente, o tempo de resiliência dos peixes nos viveiros, que neste período se aproximava dos treze meses de produção, a produção/respiração, a fotossíntese, a adubação, a calagem e fontes poluidoras (SIPAÚBA-TAVARES, 1994). E neste ambiente de alta alcalinidade, o consumo de CO<sub>2</sub> é imediatamente compensado pela dissociação do bicarbonato de cálcio, desta forma as variações de pH são poucas, esta afirmação confirma os resultados observados na figura 12 (B) (VINATEA-ARANA, 2010). Para os peixes o meio alcalino pode provocar um eventual estresse, afetando as brânquias tornando-as hipertrofiadas, danos no cristalino e na córnea dos olhos (BALDISSEROTTO, 2009).

Constata-se que o pH desempenha um papel fundamental na disponibilidade de nutrientes importante para o fitoplâncton, um desses nutrientes é o fósforo que foi uma variável estudada e que relacionada com pH, este elemento ao aumentar o pH (meio alcalino) é adsorvido pelo cálcio presente na água.

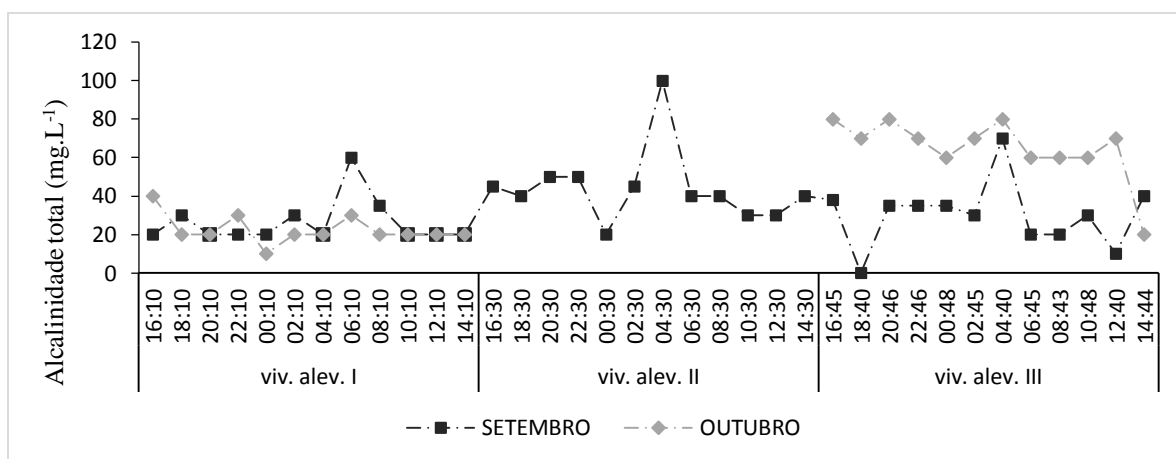
De um modo geral, a faixa de pH recomendada para a produção de peixes é de 6,5 a 9,0 (VINATEA-ARANA, 2010). Segundo os resultados obtidos na fase de recria o pH encontra-se dentro da faixa aceitável, significa que para a criação dos peixes é ideal para o seu crescimento e reprodução; enquanto que na fase de engorda o pH mostrou-se acima da faixa tolerável, indicando a diminuição do crescimento e reprodução destes peixes.



### 3.1.4 Alcalinidade total e Dureza total

A alcalinidade total na fase de recria durante o acompanhamento dos viveiros variou de 0 a 100 mg.L<sup>-1</sup> ±2,76, com amplitude total de 100 mg.L<sup>-1</sup>, coeficiente de variação de 56,97% e média de 30 mg.L<sup>-1</sup>. Na fase de engorda o acompanhamento oscilou de 0 a 50 mg.L<sup>-1</sup> ±0,94, com amplitude total de 50 mg.L<sup>-1</sup>, coeficiente de variação de 32,01% e média de 20 mg.L<sup>-1</sup> (Figura 13 (A) e (B)).

(A)



(B)

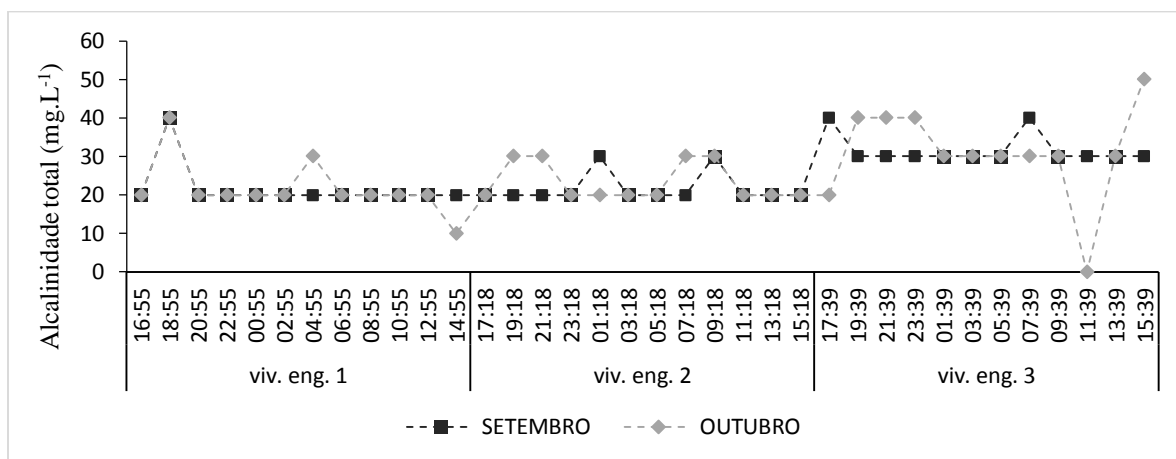
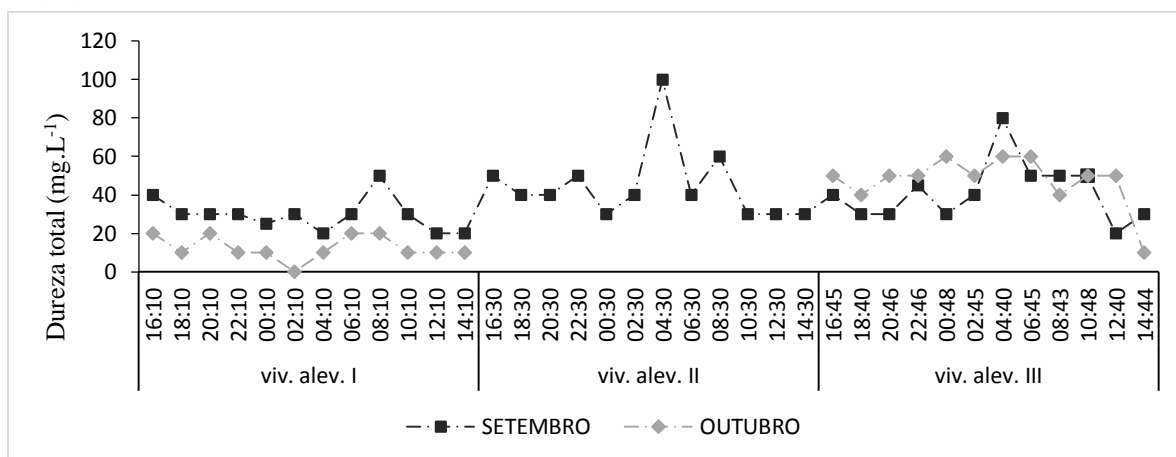


Figura 13 - Alcalinidade total dos viveiros durante avaliação nictemeral nos meses de setembro e outubro de 2015, nas fases de (A) recria e (B) engorda do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.

A dureza total na fase de recria durante o acompanhamento dos viveiros variou de 0 a 100 mg.L<sup>-1</sup> ±2,39, com amplitude total de 100 mg.L<sup>-1</sup>, coeficiente de variação de 52,68% e média de 30 mg.L<sup>-1</sup>. Na fase de engorda o acompanhamento oscilou de 10 a 50 mg.L<sup>-1</sup> ±0,79,

com amplitude total de 40 mg.L<sup>-1</sup>, coeficiente de variação de 45,56% e média de 10 mg.L<sup>-1</sup> (Figura 14 (A) e (B)).

(A)



(B)

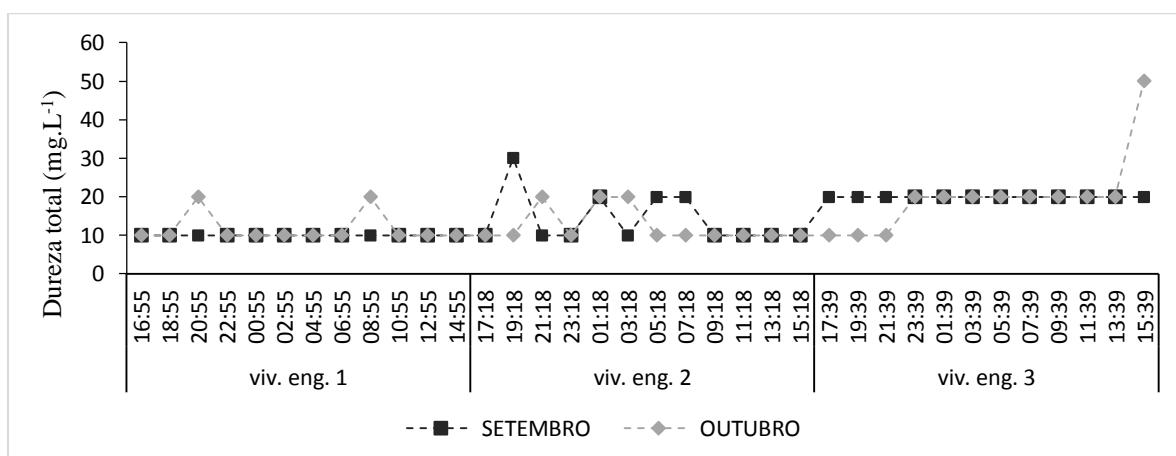


Figura 14 - Dureza total dos viveiros durante avaliação nictemeral nos meses de setembro e outubro de 2015, nas fases de (A) recia e (B) engorda do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.

A alcalinidade e dureza total apresentaram variações nos seis viveiros, na sua maioria igual ou acima de 10 mg.L<sup>-1</sup>, o que é considerado por Boyd e Tucker (1998) como adequado para aquicultura. Em trabalhos atuais afirmam que não há valores estabelecidos para o melhor crescimento dos peixes, mas na Amazônia os sistemas produtivos de tambaqui apresentam águas com baixíssimas dureza e alcalinidade (1-10 mg.L<sup>-1</sup>) quando não é realizada a calagem do viveiro, e águas com valores na ordem de 40 mg.L<sup>-1</sup> quando é realizada a calagem (GOMES et al., 2010).

A alcalinidade exerce pouco efeito sobre os organismos aquáticos: peixes e camarões são cultivados em faixas muito grandes de alcalinidade sem nenhuma consequência aparente (BOYD; TUCKER, 1998). O principal efeito da alcalinidade em viveiros de cultivo é o tamponamento para evitar variações acentuadas no pH dadas pelos processos de assimilação e eliminação de CO<sub>2</sub> pelos organismos (KUBITZA, 2003). A maior parte deve-se a contribuição dos hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos (VINATEA-ARANA, 2010).

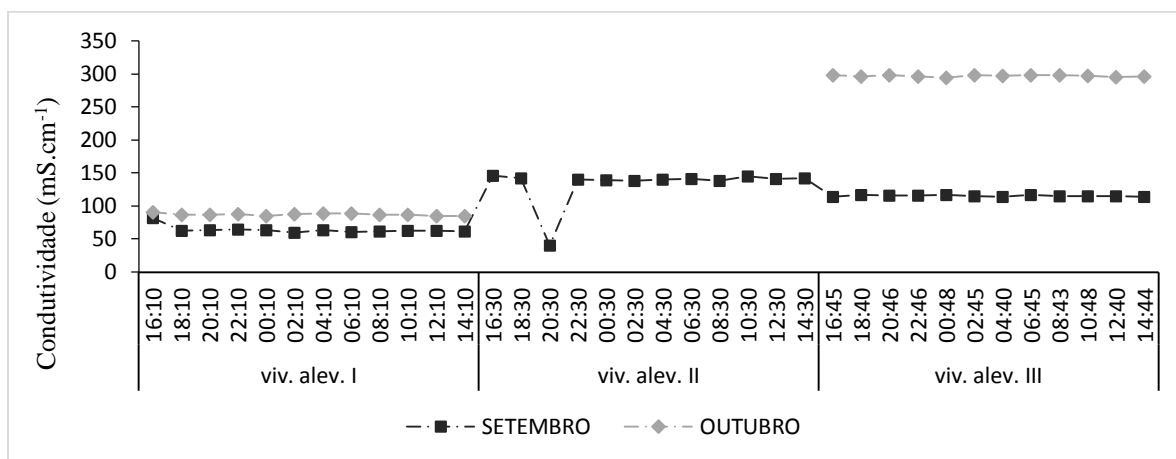
A dureza total representa a concentração de íons, principalmente de cálcio e magnésio presentes na água, estreitamente ligados aos íons carbonatos e bicarbonatos (dureza temporal) e com íons sulfato, cloretos e outros ânions de acidez mineral (dureza permanente) (KUBITZA, 2003; VINATEA-ARANA, 2010). Boyd (2002) e Esteves (1998) relatam que o cálcio tem importância no processo de osmorregulação dos peixes: reduz a toxicidade da amônia, interfere diretamente no pH da água, influencia a ciclagem de elementos como o fósforo.

Os resultados da relação entre alcalinidade e dureza total observaram diversas flutuações figura 13 (A) e 14 (A) num período de vinte e quatro horas e em ambos os meses. Os valores nos indicam três relações que ocorreram na água: (1) a dureza foi maior que a alcalinidade nos dizendo que a água contém dureza não carbonato ou dureza permanente pelo fato de não poder ser removida por ebulição, e parte do cálcio e magnésio irá se associar com íons sulfato, cloreto, silicato ou nitrato e não somente com bicarbonato e carbonato; (2) alcalinidade foi maior que dureza parte do bicarbonato e do carbonato está associada com potássio e sódio e não somente com o cálcio e o magnésio, esta relação ocorreu na figura 13 (B) e 14 (B); (3) alcalinidade e dureza são iguais, o cálcio e o magnésio podem encontrar-se completamente associados com íons bicarbonato e carbonato (VINATEA-ARANA, 2004; 2010). A relação (2) não é desejada na criação de peixes e a mesma ocorreu nos viveiros de engorda, que estão em final de produção (SIPAÚBA-TAVARES; COLLUS, 1997). Por outro lado as concentrações de alcalinidade e dureza total observadas nos viveiros desta pesquisa são consideradas favoráveis ao cultivo de peixes de água doce, corroborando com os dados sugeridos por Kubitza (2003).

### 3.1.5 Condutividade elétrica e Resistividade

A condutividade elétrica na fase de recria durante o acompanhamento dos viveiros variou de 40 a 298  $\text{mS.cm}^{-1} \pm 10,81$ , com amplitude total de 258  $\text{mS.cm}^{-1}$ , coeficiente de variação de 60,16% e média de 115  $\text{mS.cm}^{-1}$ . Na fase de engorda o acompanhamento oscilou de 27 a 194  $\text{mS.cm}^{-1} \pm 5,0$ , com amplitude total de 167  $\text{mS.cm}^{-1}$ , coeficiente de variação de 40,84% e média de 95  $\text{mS.cm}^{-1}$  (Figura 15 (A) e (B)).

(A)



(B)

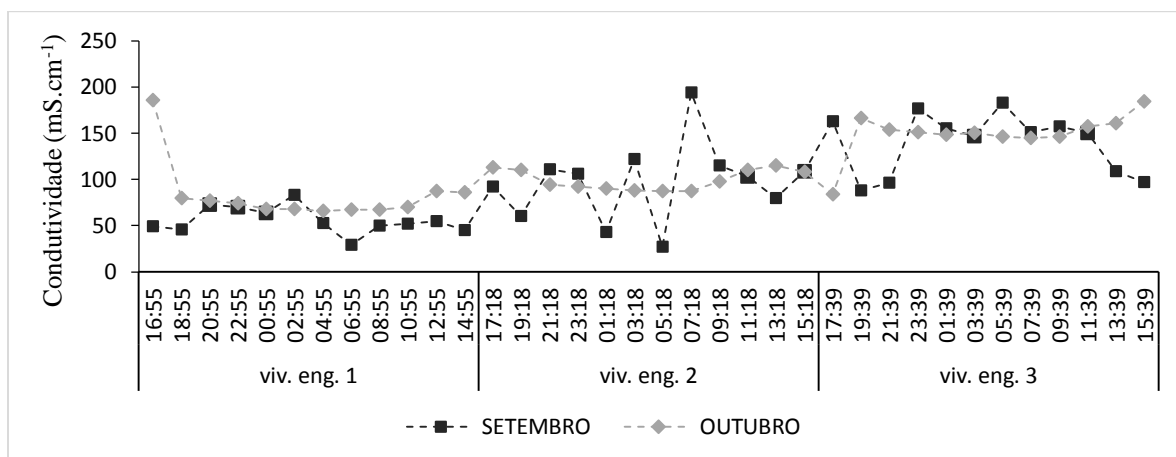
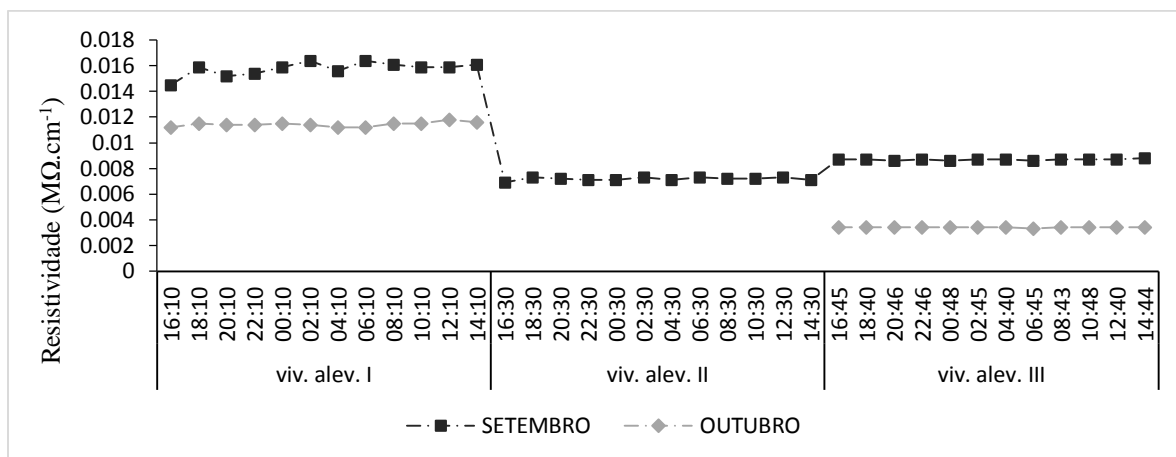


Figura 15 - Condutividade elétrica dos viveiros escavados durante avaliação nictemeral nos meses de setembro e outubro de 2015, nas fases de (A) recria e (B) engorda do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.

A resistividade na fase de recria durante o acompanhamento dos viveiros variou de 0,0033 a 0,0164  $\text{M}\Omega.\text{cm}^{-1} \pm 0,00$ , com amplitude total de 0,0131  $\text{M}\Omega.\text{cm}^{-1}$ , coeficiente de

variação de 45,17% e média de  $0,0087 \text{ M}\Omega.\text{cm}^{-1}$ . Na fase de engorda o acompanhamento oscilou de  $0,0017$  a  $0,037 \text{ M}\Omega.\text{cm}^{-1} \pm 0,00$ , com amplitude total de  $0,0353 \text{ M}\Omega.\text{cm}^{-1}$ , coeficiente de variação de 53,15% e média de  $0,0104 \text{ M}\Omega.\text{cm}^{-1}$  (Figura 16 (A) e (B)).

(A)



(B)

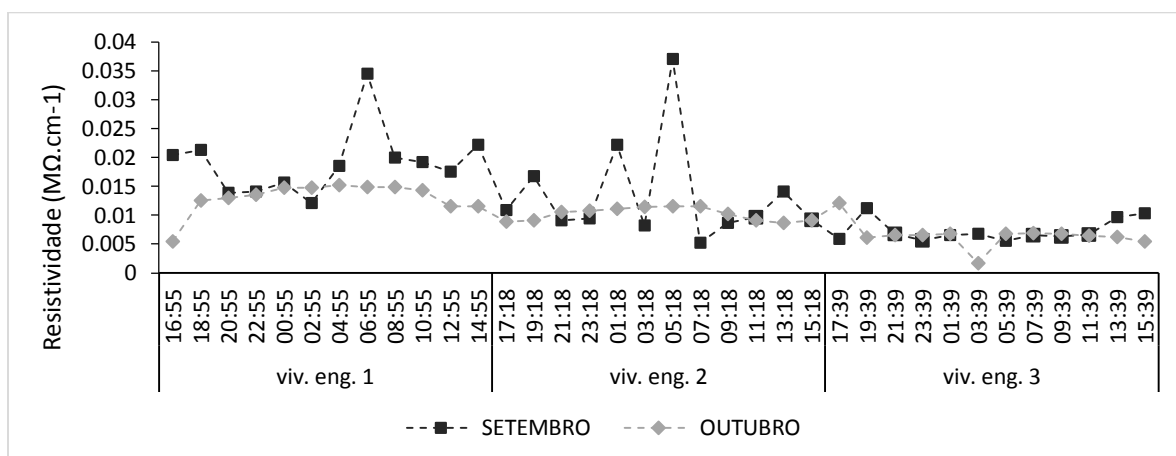


Figura 16 - Resistividade dos viveiros escavados durante avaliação nictemeral nos meses de setembro e outubro de 2015, nas fases de (A) recria e (B) engorda do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.

A condutividade elétrica na figura 15 (A) não mostrou amplas variações em relação aos horários, mas houve mudanças nos viveiros, onde os valores foram aumentando gradativamente, em especial no viveiro alevino III, onde houve uma diferença grande nos valores entre os meses de setembro e outubro, enquanto na figura 15 (B) mostrou uma oscilação tanto entre os horários quanto nos viveiros, principalmente no mês de setembro, já

no mês de outubro não ocorreu tanta oscilação entre os horários, porém, houve um aumento gradativo nos valores entre os viveiros de engordas 1, 2 e 3.

Os aumentos gradativos observados na figura 15 (A) e (B) estão relacionados aos abastecimentos destes viveiros que são realizados por diferentes fontes e antes de chegarem aos viveiros estudados, a água fica represada em outros viveiros, os quais são dominados por macrófitas aquáticas e comunidade planctônica, pela temperatura, pH e OD. A temperatura da água alta permitem as reações bacterianas de degradação da matéria orgânica ocorram rapidamente, fato este que ocasionaram uma maior liberação de íons que resultou no aumento da variável, pH encontrava-se alcalino, tornando o íon  $\text{OH}^-$ , o principal responsável pela corrente elétrica elevada, e também está ligada ao padrão de inversão térmica e com o comportamento do oxigênio dissolvido, que durante o dia estava estável e ocorrendo diminuições ao longo da noite, as quais implicariam em degradação da matéria orgânica e consequentemente a liberação de íons que iriam refletir nos aumentos da condutividade elétrica (MOREIRA et al., 2001).

A resistividade é uma medida da oposição de um material ao fluxo de corrente elétrica. Os fatores que determinam o valor da resistência são a natureza do material concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas (ânions e cátions), o tamanho do condutor e a temperatura (RICHTER, 2009).

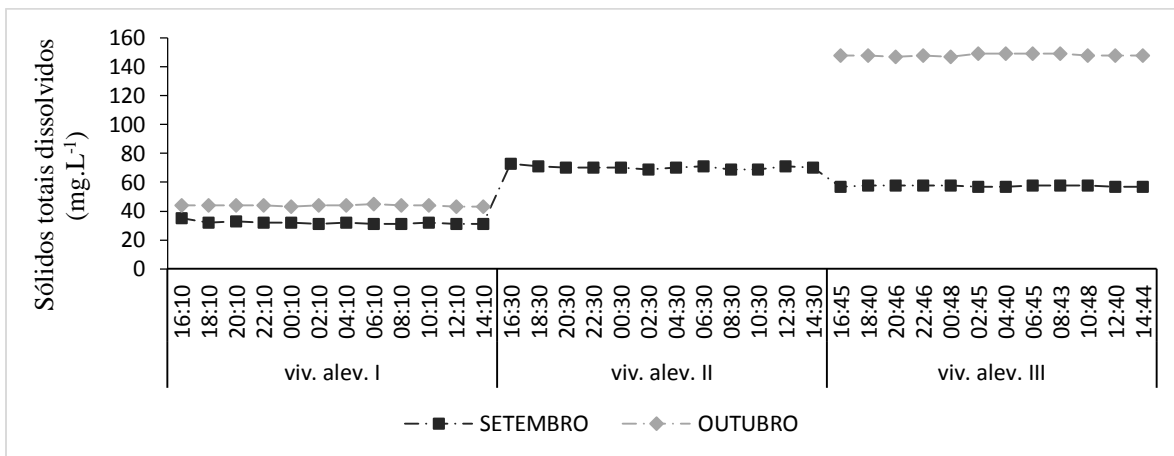
Na figura 16 (A) e (B) mostram que os resultados foram o oposto da condutividade elétrica. Indica-nos que os valores baixos da resistividade facilitaram a passagem de uma carga elétrica entre os materiais, portanto, na água tinha mais íons favorecendo a condutividade elétrica. É importante que o valor obtido seja sempre compensado à temperatura ambiente, já que a temperatura influencia diretamente no resultado da medição. Pois quanto mais “fria” está à água valores baixos, mais alto será o valor da resistividade, explicando a figura 16 (B) no mês de setembro onde ocorreu uma variação (RICHTER, 2009).

### **3.1.6 Sólidos totais dissolvidos e Salinidade**

Sólidos totais dissolvidos na fase de recria durante o acompanhamento dos viveiros variou de 31 a 149  $\text{mg.L}^{-1} \pm 5,33$ , com amplitude total de 118  $\text{mg.L}^{-1}$ , coeficiente de variação de 58,76% e média de 58  $\text{mg.L}^{-1}$ . Na fase de engorda o acompanhamento oscilou de 14 a 97

$\text{mg.L}^{-1} \pm 2,52$ , com amplitude total de  $83 \text{ mg.L}^{-1}$ , coeficiente de variação de 40,71% e média de  $48 \text{ mg.L}^{-1}$  (Figura 17 (A) e (B)).

(A)



(B)

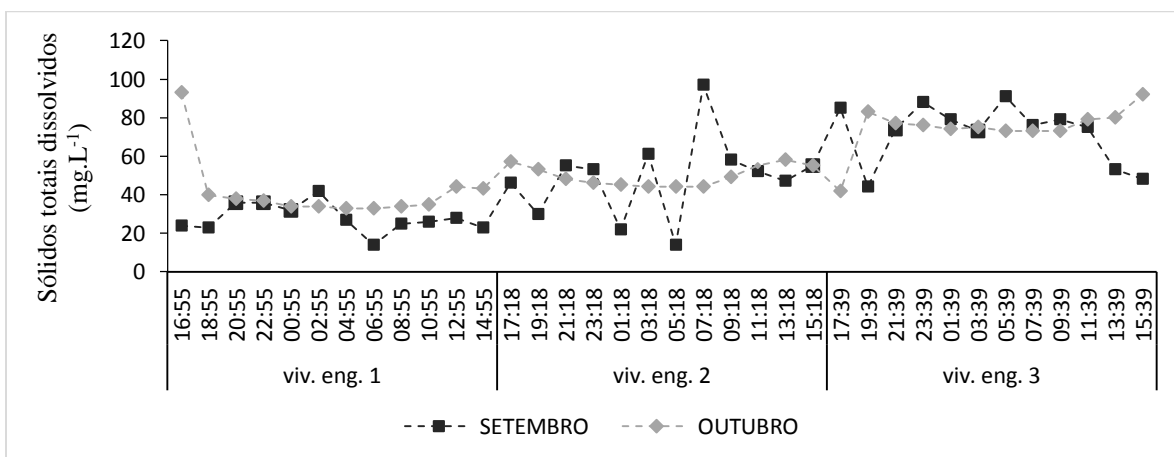
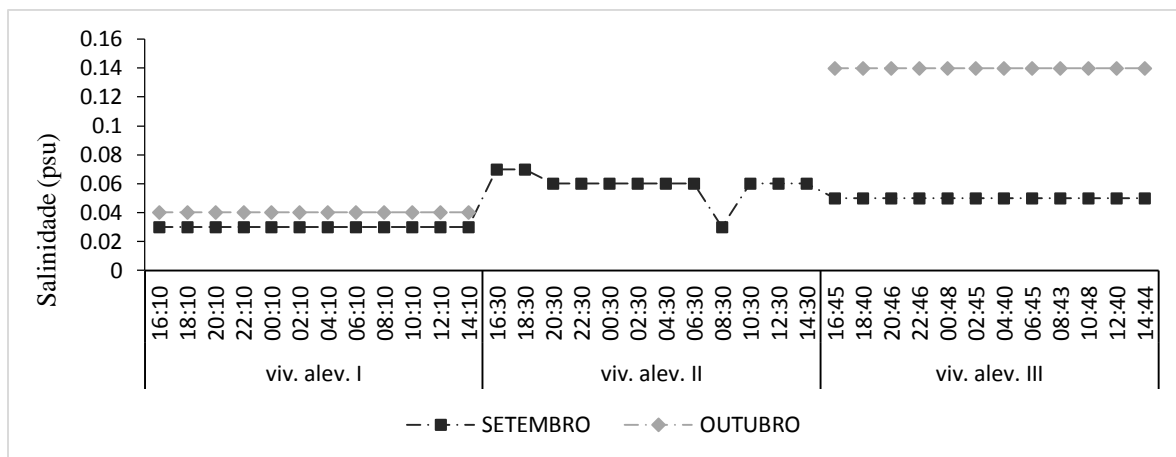


Figura 17 - Sólidos totais dissolvidos dos viveiros escavados durante avaliação nictemeral nos meses de setembro e outubro de 2015, nas fases de (A) recria e (B) engorda do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.

Salinidade na fase de recria durante o acompanhamento dos viveiros variou de 0,03 a 0,14 psu  $\pm 0,00$ , com amplitude total de 0,11 psu, coeficiente de variação de 2,47% e média de 0,05 psu. Na fase de engorda o acompanhamento oscilou de 0,01 a 0,09 psu  $\pm 0,00$ , com amplitude total de 0,08 psu, coeficiente de variação de 43,34% e média de 0,04 psu (Figura 18 (A) e (B)).

(A)



(B)

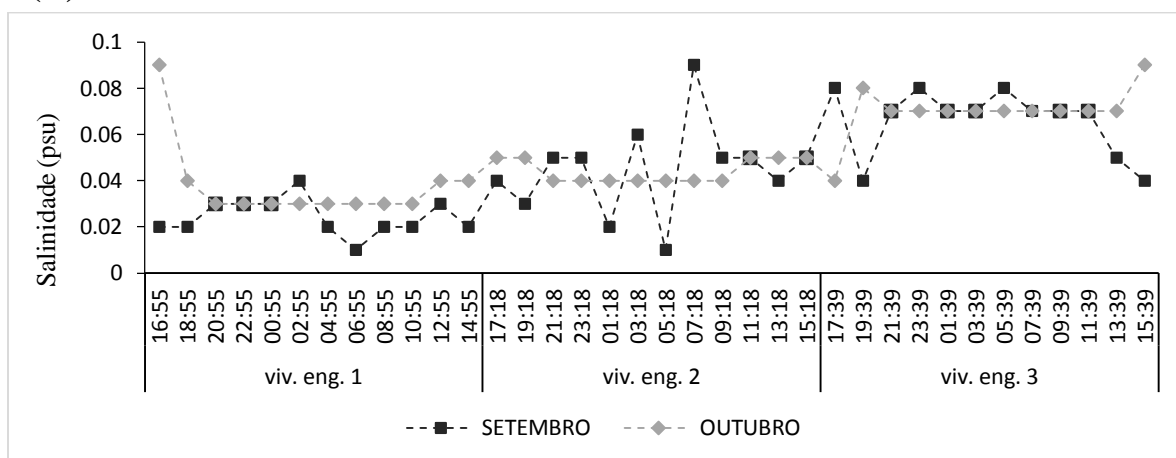


Figura 18 - Salinidade dos viveiros escavados durante avaliação nictemeral nos meses de setembro e outubro de 2015, nas fases de (A) recria e (B) engorda do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.

Sólidos totais dissolvidos e salinidade são concentrações de íons dissolvidos na água (VINATEA-ARANA, 2010). E estão relacionados diretamente com a corrente elétrica pela variação de concentrações em seus principais cátions e ânions por influência das características geoquímicas e condições climáticas submetidas (ESTEVES, 2011).

À medida que a quantidade de sólidos totais dissolvidos figura 17 (A) e (B) na água aumenta, a condutividade elétrica aumenta de forma linear, fazendo com que o viveiro apresentasse um maior potencial na transferência de cargas elétricas. E o contrário também ocorreu com pode ser visto na figura 17 (B) e figura 15 (B). Os sais dissolvidos e ionizados presentes na água transformam-na num eletrólito capaz de conduzir corrente elétrica. Depende das concentrações iônicas e da temperatura e indica a quantidade de sais existentes



(CETESB, 2005). A condutividade elétrica é diretamente proporcional ao teor de sólidos dissolvidos sob a forma de íons.

Os valores da salinidade na figura (A) e (B) não sofreram muitas flutuações, com exceções do viveiro alevino III que no mês de outubro ocorreu um aumento rápido e na figura (B) muito oscilações no mês de setembro, provavelmente está relacionado ao aumento de algumas concentrações como cálcio, magnésio, sódio, potássio, cloreto, bicarbonato e sulfato, o que pode afetar atividade de enzimas, aumento do consumo de oxigênio, ingestão alimentar, excreção e crescimento do animal (BALDISSEROTTO, 2002).

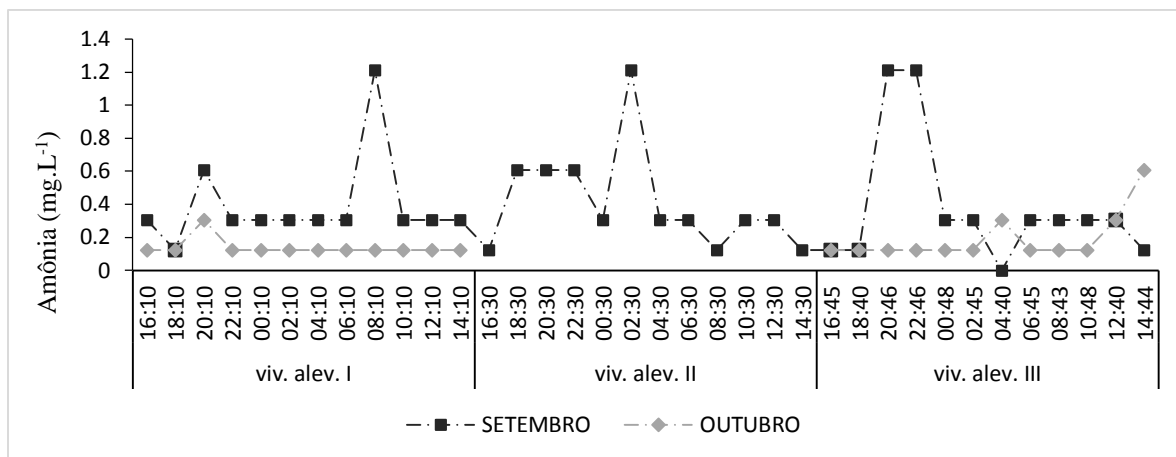
Não têm limites aceitáveis de salinidade para as espécies de peixes utilizadas em aquicultura. De uma maneira lógica admite-se que as exigências em salinidade das espécies nacionais aproximam-se dos teores médio de salinidade das águas dos seus locais de origem. Assim, para o tambaqui é correto assumir que seus limites de salinidade estejam situados ao redor de 0,05 a 3,40 ppm, que é a salinidade média das águas da região amazônica (CYRINO et al., 2015).

Peixes em geral, são sensíveis a mudanças bruscas de salinidade da água. Embora a adição de cloreto de sódio (NaCl) aos tanques de transporte de peixe seja prática comum, isto deve ser feito com critério. Peixes e crustáceos em geral não conseguem compensar seu equilíbrio osmótico com mudanças de mais de 10% na salinidade das águas em espaços de horas ou minutos. Problemas de excessiva salinidade devem ser corrigidos pela adição de água fresca aos recipientes ou tanques onde o problema for observado (VINATEA-ARANA, 2010).

### **3.1.7 Amônia e Nitrito**

A amônia na fase de recria durante o acompanhamento dos viveiros variou de 0,4 a 4,9 mg.L<sup>-1</sup> ±0,09, com amplitude total de 4,4 mg.L<sup>-1</sup>, coeficiente de variação de 94,68% e média de 0,4 mg.L<sup>-1</sup>. Na fase de engorda o acompanhamento oscilou de 0 a 3,9 mg.L<sup>-1</sup> ±0,07, com amplitude total de 3,9 mg.L<sup>-1</sup>, coeficiente de variação de 100,97% e média de 0,4 mg.L<sup>-1</sup> (Figura 19 (A) e (B)).

(A)



(B)

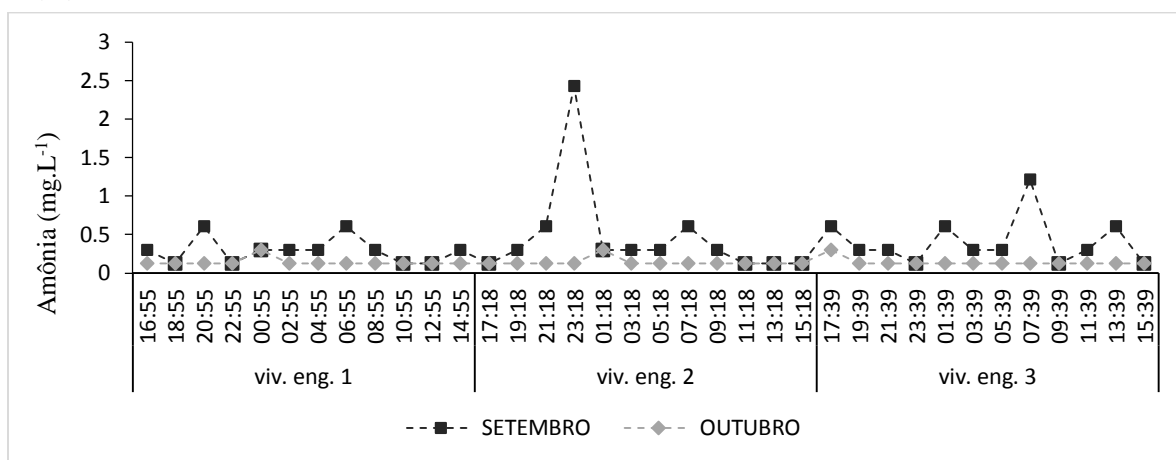
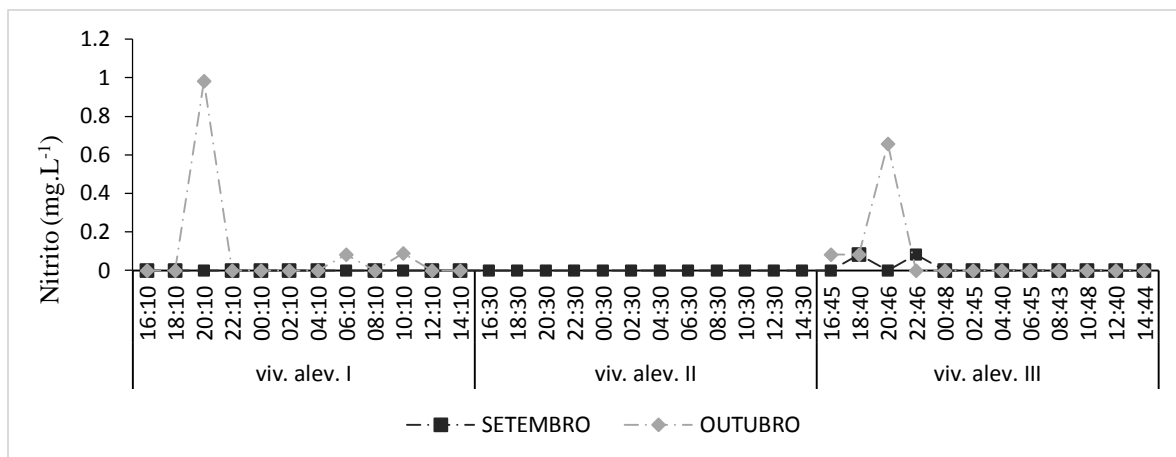


Figura 19 - Amônia dos viveiros escavados durante avaliação nictemeral nos meses de setembro e outubro de 2015, nas fases de (A) recria e (B) engorda do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.

O nitrito na fase de recria durante o acompanhamento dos viveiros variou de 0 a 0,984 mg.L<sup>-1</sup> ±0,01, com amplitude total de 0,984 mg.L<sup>-1</sup>, coeficiente de variação de 426,67% e média de 0 mg.L<sup>-1</sup>. Na fase de engorda o acompanhamento oscilou de 0 a 0,984 mg.L<sup>-1</sup> ±0,02, com amplitude total de 0,984 mg.L<sup>-1</sup>, coeficiente de variação de 448,83% e média de 0 mg.L<sup>-1</sup> (Figura 20 (A) e (B)).

(A)



(B)

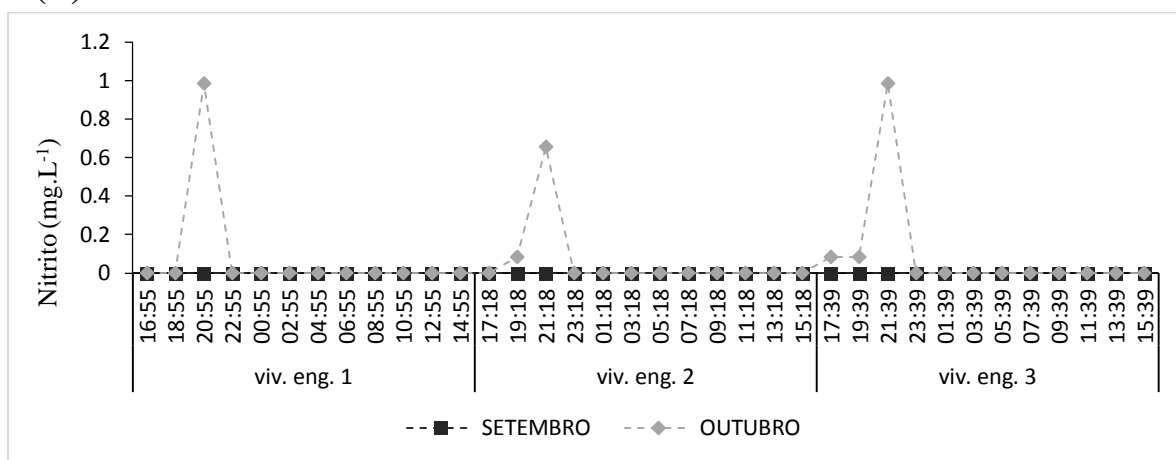


Figura 20 - Nitrito dos viveiros escavados durante avaliação nictemeral nos meses de setembro e outubro de 2015, nas fases de (A) recria e (B) engorda do tambaqui piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.

O principal produto de excreção dos organismos aquáticos é a amônia, composto resultante do catabolismo das proteínas. O equilíbrio da amônia é dependente de pH, temperatura, salinidade e composição iônica (VINATEA-ARANA, 2010). O N-amoniaco se apresenta nos viveiros em duas formas: a ionizada ( $\text{NH}_4^+$  íon amônio) e não ionizada ( $\text{NH}_3$  amônia) sendo de natureza lipofílica, ou seja, possui afinidade pelas gorduras, é a mais tóxica para os organismos aquáticos e as membranas branquiais dos peixes são relativamente permeáveis ao  $\text{NH}_3$  (BOYD, 2002).

Os valores na figura 19 (A) e (B) houve oscilações grandes nos horários e nos viveiros durante o mês de setembro, enquanto que no mês de outubro não houve tantas variações figura 19 (A) e (B). Alguns resultados apresentam concentrações tóxicas aos peixes em

determinados momentos, entretanto o pH predominante foi neutro favorecendo o aumento da concentração da amônia ionizada em detrimento a concentração amônia não ionizada (BOYD, 2002). O tambaqui é resistente a ação toxica da amônia, com concentração de  $0,46 \text{ mg.L}^{-1}$  de amônia não ionizada, não comprometem o crescimento da espécie (VINATEA-ARANA, 2010).

A oxidação do amônio leva a formação do nitrito, primeiro passo no processo de nitrificação. Costa et al. (2004) citam que o tambaqui é uma espécie sensível aos efeitos do nitrito e exposições prolongadas, podem comprometer o desempenho do peixe, especialmente em ambientes com altas temperatura e flutuações diárias nas concentrações de OD e o nível letal para o peixe é de  $1,82 \text{ mg.L}^{-1}$  por 96 horas. As medições realizadas para esta variável figura 20 (A) e (B) evidenciaram que nos níveis se mantiveram abaixo desses valores durante todo período estudado nos viveiros.

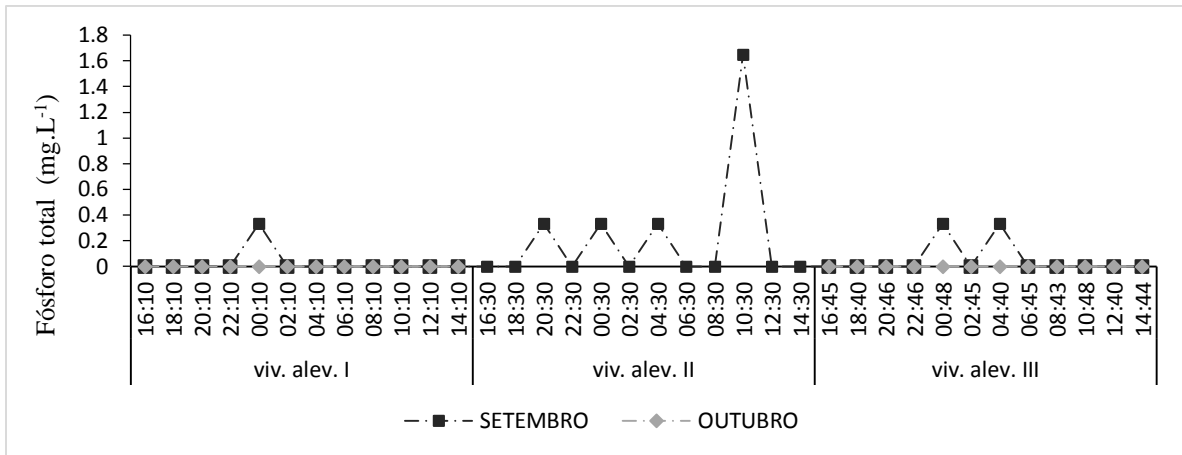
A eficiência do processo de nitrificação no interior dos viveiros foi corroborada pelos baixos valores de nitrito, que é um composto intermediário no processo de nitrificação. Sua presença nos ambientes aquáticos tende a ser sempre baixa e só aumenta quando as reações de nitrificação são bloqueadas pela baixa concentração de oxigênio, como o ocorrido em alguns horários durante vinte e quatro horas e nas duas fases recria e engorda (BOYD; TUCKER, 1998).

Os valores baixos obtidos neste trabalho indicam que o processo de nitrificação ocorreu regularmente nos viveiros, isto é, concordando com resultados encontrados por PADILHA (2005).

### **3.1.8 Fósforo total**

O fósforo total na fase de recria durante o acompanhamento dos viveiros variou de 0 a  $1,65 \text{ mg.L}^{-1} \pm 0,02$ , com amplitude total de  $1,65 \text{ mg.L}^{-1}$ , coeficiente de variação de 382,30% e média de  $0 \text{ mg.L}^{-1}$ . Na fase de engorda o acompanhamento oscilou de 0 a  $0,33 \text{ mg.L}^{-1} \pm 0,01$ , com amplitude total de  $0,33 \text{ mg.L}^{-1}$ , coeficiente de variação de 157,01% e média de  $0 \text{ mg.L}^{-1}$  (Figura 21 (A) e (B)).

(A)



(B)

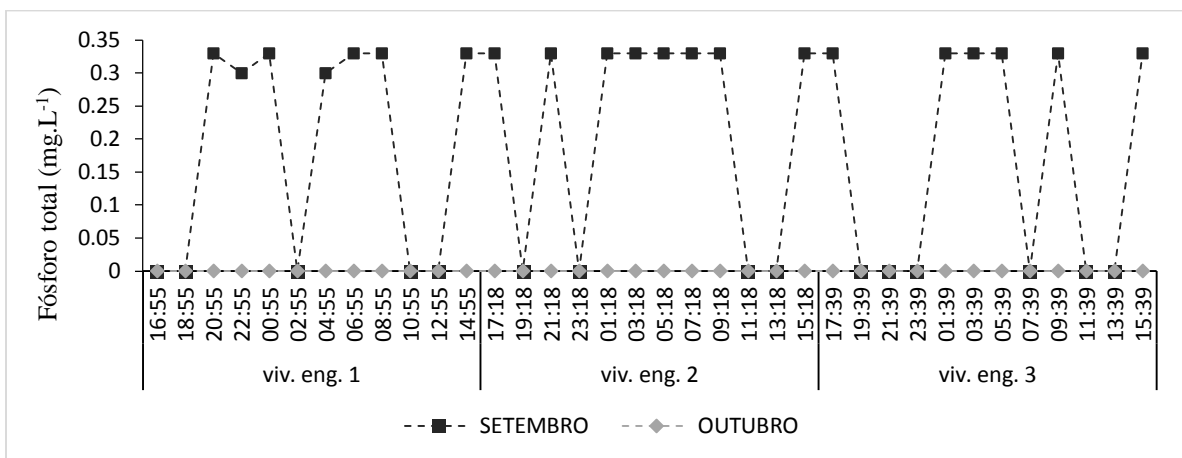


Figura 21 - Fósforo total dos viveiros escavados durante avaliação nictemeral nos meses de setembro e outubro de 2015, nas fases de (A) recria e (B) engorda do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.

O fósforo é um elemento essencial para os seres vivos, assumindo importante papel em seu metabolismo (ESTEVEZ, 1998). A concentração desse nutriente nos viveiros escavados foi baixa na maior parte do estudo, mas em determinados momentos apresentaram-se elevadas figura 21 (A) e (B), decorrentes de diversos fatores, com destaque para o elevado aporte desses elementos advindos das fertilizações, do arraçoamento, do metabolismo dos peixes e da sua liberação na coluna d'água, em consequência da degradação da matéria orgânica dos organismos mortos, inclusive as algas (KITAMURA et al.,1999).

Gomes e Silva (2009) estudando o impacto ambiental da criação de tambaqui em viveiro durante as fases de recria e de engorda, respectivamente verificaram que a única variável que apresentava valores elevados era o fósforo. O ciclo do fósforo é influenciado

pelos peixes de duas maneiras: atua como fonte de nutrientes, liberando íons para a coluna d'água ou atuando como estoque, acumulando nutrientes em seus tecidos (KRAFT, 1992; FIGUEREDO, 2000). Os peixes liberam fósforo para a coluna d'água revolvendo o sedimento ou pelo resultado das atividades metabólicas (excreção e defecação) (NICHOLLS et al., 1996; KITAMURA et al., 1999).

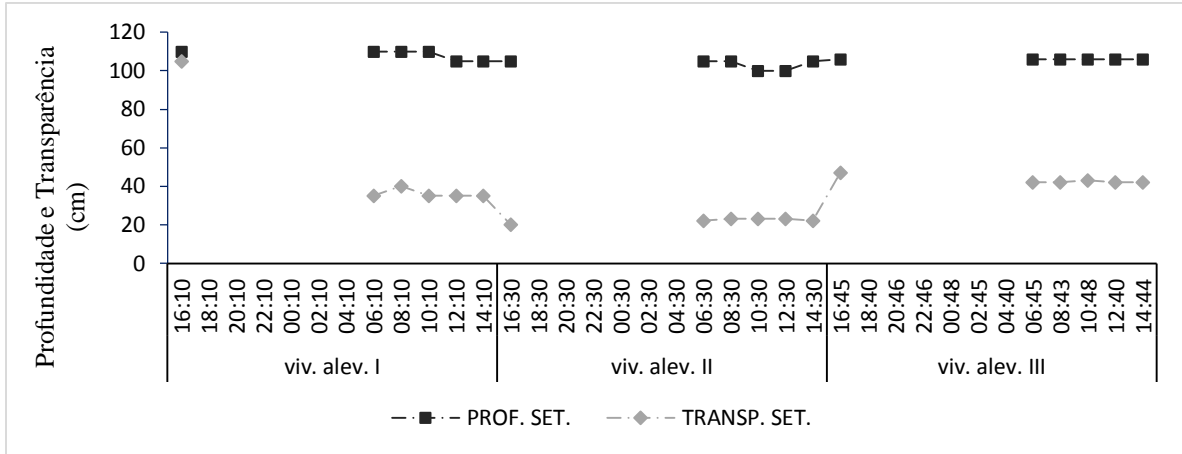
### **3.1.9 Transparência e Profundidade**

A transparência indica a profundidade que a luz penetra na coluna da água. Muitos são os fatores que podem interferir na transparência da água, mas é determinada principalmente pela quantidade de materiais em suspensão, que podem ser partículas minerais e orgânicas (MEDEIROS, 2002). Além disso, a transparência indica o estado trófico da água, ou seja, ela estará alta quando tiver pouco nutriente e baixa quando os nutrientes forem abundantes (KUBTIZA, 2003).

O padrão dos valores da profundidade e da transparência foi diferente nos horários, viveiros e meses. Observou-se que a profundidade teve uma diferença entre os meses, no mês de setembro a profundidade foi maior que no mês de outubro figura 22 e 23 (A) e (B), isto é o nível de água dos viveiros baixaram.

Os resultados da transparência onde a visibilidade entre 30 e 50 cm figura 22 (A) e (B) estão associadas com boa produtividade de peixes e com um sombreamento do ambiente adequado para o controle do crescimento de macrófitas aquáticas. Visibilidades inferiores a 30 cm figura 23 (A) e (B) estão associadas a problemas de falta de oxigênio no período noturno devido ao excesso de algas e ao tempo de produção, e acima de 50 cm figura 22 (A), ao crescimento exagerado de plantas aquáticas pelo baixo sombreamento, e à baixa produtividade, devido à falta de suporte para a cadeia alimentar. Um monitoramento da transparência deve ser semanal ou a cada três dias permite que o piscicultor maneje adequadamente a qualidade da água com base na população planctônica do ecossistema de aquicultura.

(A)



(B)

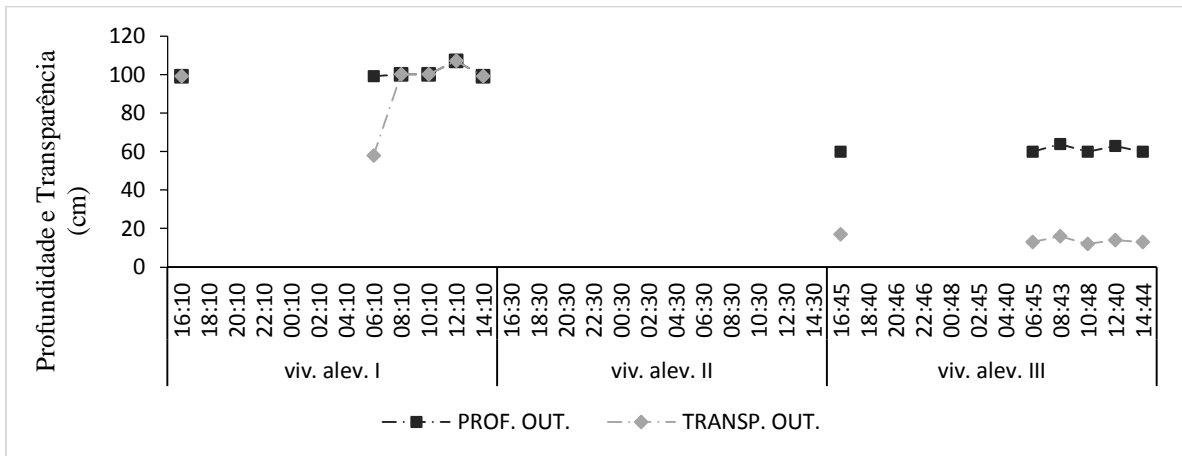
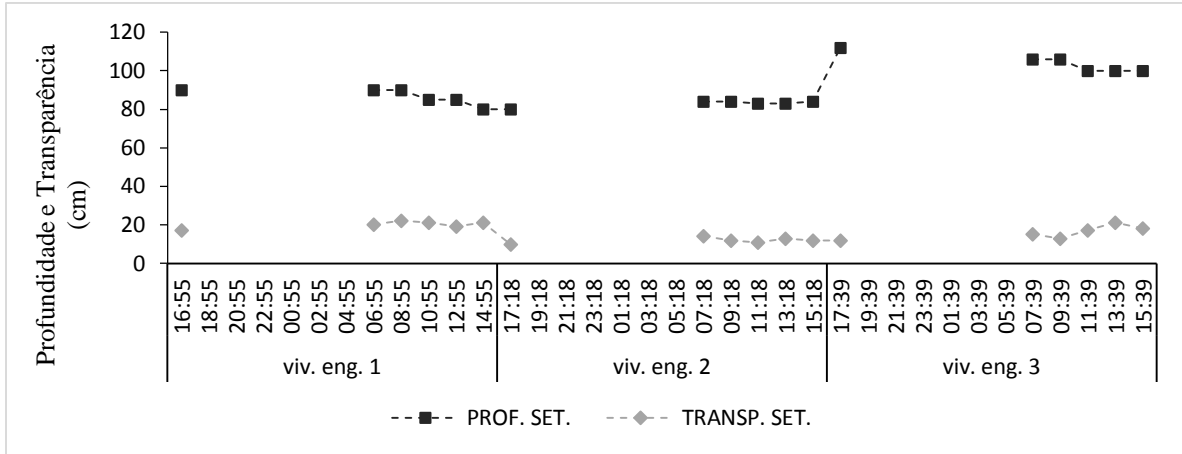


Figura 22 - Profundidade e transparência dos viveiros escavados durante avaliação nictemeral nos meses de (A) setembro e (B) outubro de 2015, na fase de recria do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.

(A)



(B)

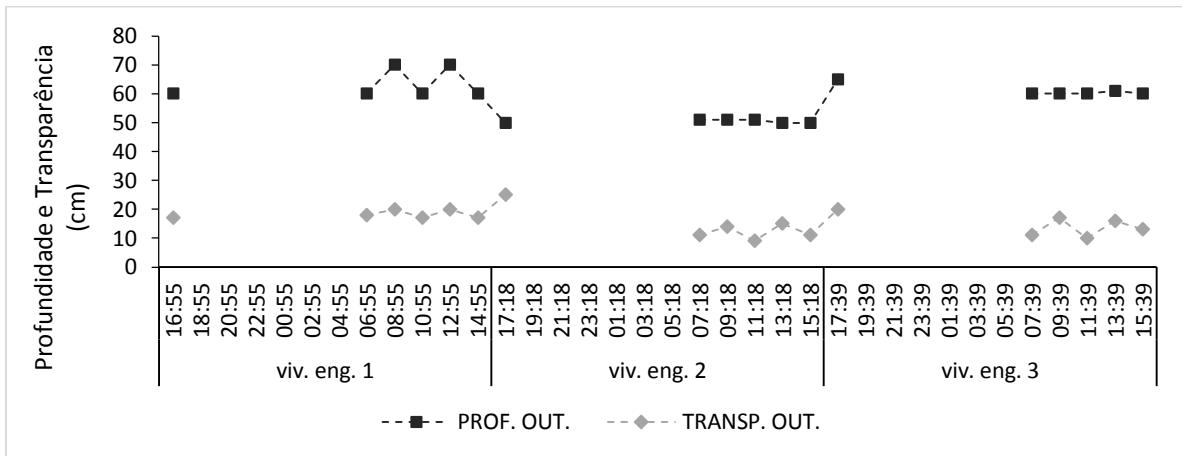


Figura 23 - Profundidade e transparência dos viveiros escavados durante avaliação nictemeral nos meses de (A) setembro e (B) outubro de 2015, na fase de engordado tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.

### 3.2 Análise descritiva

Os dados coletados foram sumariados na função de estatística descritiva dos processos de recria e engorda, ordenando-os e classificando-os, para torná-los de fácil entendimento e foram expostos nos resultados (valor mínimo, máximo, média, amplitude total, desvio padrão).

### 3.3 Análise da matriz de correlação linear (R Pearson)



A temperatura da água teve uma correlação positiva de grau moderado com o pH, indicando que as variáveis à medida que aumenta uma delas, a outra cresce o valor, não havendo relação de dependência entre as variáveis. A condutividade elétrica obteve correlação negativa com a resistividade de grau forte, indicando que as variáveis são dependentes, se uma delas aumentar a outra diminui e vice-versa; as outras correlações foram positivas de grau muito forte, indicando relações independentes com salinidade e sólidos totais dissolvidos. A resistividade teve correlação com a salinidade de grau forte, com sólidos totais dissolvidos foi de grau forte, com a alcalinidade e dureza total foi de grau moderada, isto significa que as variáveis são dependentes pela correlação negativa, se uma aumenta a outra diminui. A salinidade teve correlação positiva de grau muito forte com sólidos totais dissolvidos, indicando independência das variáveis. A alcalinidade apresentou correlação positiva de grau forte, indicando independência das variáveis (Tabela 01).

A temperatura da água teve uma correlação positiva de grau moderado com o oxigênio dissolvido e pH, indicando que as variáveis à medida que aumenta uma delas, a outra cresce o valor, não havendo relação de dependência entre as variáveis. O oxigênio dissolvido obteve correlação positiva com a pH de grau forte, indicando que as variáveis à medida que aumenta uma delas, a outra cresce o valor, não havendo relação de dependência entre as variáveis. A resistividade teve correlação com sólidos totais dissolvidos foi de grau forte, e com a condutividade elétrica de grau forte, isto significa que as variáveis são dependentes pela correlação negativa, se uma aumenta a outra diminui. A salinidade teve correlação positiva de grau muito forte com sólidos totais dissolvidos e condutividade elétrica, indicando independência das variáveis, além da correlação positiva com resistividade de grau moderado não tendo relação de dependência entre as variáveis. O TDS apresentou correlação positiva de grau forte com a condutividade elétrica, indicando independência das variáveis (Tabela 02).

Em resumo, as variações entre os horários foram determinantes para o comportamento das variáveis, ou seja, o comportamento do sistema repetiu-se nos dias subsequentes do estudo, evidenciando que a escala de horas foi mais importante do que os dias para o conjunto de dados analisados.

Alguns trabalhos também obtiveram resultados semelhantes aos deste estudo em relação as baixas correlações das variáveis segundo Mercante et al., 2010, porém altas correlações são entre os parâmetros e a influência do ambiente.

Tabela 01 - Correlação de Pearson (r) obtido para expressar as relações entre as variáveis físicas e químicas na fase de recria, p 0,05 N=60.

	pH	Resist. (MΩ.cm <sup>-1</sup> )	Sal. (psu)	TDS (mg.L <sup>-1</sup> )	Alc. (mg.L <sup>-1</sup> )	Dureza (mg.L <sup>-1</sup> )
Temp. da água (°C)	0.7143					
Cond. (mS.cm)		-0.8569	0.9271	0.9550		
Resist. (MΩ.cm)			-0.8090	-0.9222	-0.6072	-0.6414
Sal. (psu)				0.9599		
Alc. (mg L <sup>-1</sup> )						0.8910

Tabela 02 - Correlação de Pearson (r) obtido para expressar as relações entre as variáveis físicas e químicas na fase de engorda, p 0,05 N= 72.

	OD (mg.L <sup>-1</sup> )	pH	Resist. (MΩ.cm)	TDS (mg.L <sup>-1</sup> )	Cond. (mS.cm <sup>-1</sup> )
Temp. água (°C)	0.8406	0.8116			
Oxig. dis. (mgL <sup>-1</sup> )		0.9453			
Sal. (psu)			-0.8908	0.9893	0.9832
Resist. (MΩ.cm)				-0.9070	-0.9024
TDS (mgL <sup>-1</sup> )					0.9918

## 4 CONCLUSÕES

Através dos dados apontados podemos concluir que o ecossistema em questão sofre influência tanto do manejo (abastecimento dos viveiros, quantidade de ração em cada viveiro, tempo de produção e criação de animais nos arredores), quanto da variação sazonal (período de seca e chuva).

O canal de saída de água dos efluentes no final do sistema contribuiu negativamente para a qualidade da água, pois o mesmo é despejado diretamente no igarapé 03 que é uma das fontes de abastecimento dos viveiros, ocasionando o crescimento em grande quantidade da comunidade fitoplanctônica e de macrófitas aquáticas.

As variáveis físicas e químicas mostraram que sofreram grandes alterações num período de vinte e quatro horas dos dois meses estudados, contudo os parâmetros estão dentro dos limites aceitáveis para criação de peixes tambaqui nas fases de recria e engorda.

As variáveis indicaram que o viveiro alevino II estava eutrofizado, porque as variáveis sofreram enormes mudanças no período de vinte e quatro horas como pH altamente básico favorecendo o crescimento de cianobactérias, modificações no oxigênio da água chegando a níveis críticos, fazendo com que os peixes sofram estresse e isto pode trazer prejuízo no crescimento e reprodução dos mesmos.

As correlações ocorreram entre poucas variáveis, devido ao grau e dependência das mesmas.

**CAPÍTULO II - COMPOSIÇÃO DA COMUNIDADE PLANCTÔNICA  
NA FASE DE RECRUA DE *Colossoma Macropomum* EM VIVEIROS  
ESCAVADOS DE PISCICULTURA**

## RESUMO

O tambaqui é uma espécie que se alimenta de zooplâncton durante toda sua vida; desta forma sua criação tem sido desenvolvida principalmente em viveiros fertilizados. Devido à importância do plâncton na criação de juvenis de peixes, muitas pesquisas têm sido realizadas buscando desenvolver tecnologia para aproveitamento do plâncton. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a composição da comunidade planctônica na fase de recria de alevinos/juvenis de tambaqui em viveiros escavados. Foram estocados 600 a 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 contendo 60% PB para larvas e 32% PB para juvenis, durante quarenta e cinco dias. Com base em amostragens quinzenais foram avaliadas as variáveis físicas e químicas (temperatura da água, oxigênio dissolvido, gás carbônico, pH, amônia, nitrito e fósforo total) e a comunidade planctônica (fitoplâncton e zooplâncton). A aplicabilidade dos grupos planctônicos foi excelente para o monitoramento da qualidade de água deste ecossistema, auxiliando na complementação de informações sobre tais grupos e caracterizando as espécies que ocorrem na fase de recria do tambaqui. As classes que ocorreram nos viveiros foram Chlorophyceae, Zygnemaphyceae, Cyanophyceae, Bacillariophyceae, Euglenophyceae, Xanthophyceae e Chlamydomonadales que indicam a qualidade de dois viveiros e a má qualidade de viveiro por esta eutrofizado com bastante cianobactérias. Houve presença de Copépoda, Rotífera e Cladóccera durante toda a criação que serve de alimento para os alevinos na primeira fase. As variáveis físicas e químicas analisadas mostram que os peixes tambaqui poderiam ser cultivados nos viveiros com controle da qualidade da água e que a comunidade planctônica se desenvolveu muito bem precisando de monitoramento.

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

## ABSTRACT

### **Community composition of planktonic in the growing phase *Collossoma macropomum* in nurseries excavated from fish farming**

The tambaqui is a species that feeds of zooplankton during its whole life; in this way, their creation has been developed mainly in nurseries fertilised. Due to the importance of the plankton in the creation of juvenile fish, many researchers have been conducted aiming to develop technology for exploitation of the plankton. This work had as objective to evaluate the community composition of planktonic in growing of phase of fingerlings/juvenile tambaqui in nurseries excavated. Were stored 600 to 700,000 fish with medium length default of 2 - 5 cm, distributed in three nurseries in total of 1.776.13 m<sup>2</sup>, and with three repetitions in a completely randomized design. Fish were fed four times a day, with commercial ration containing 60% PB for larvae and 32% PB for juveniles, during forty-five days. Based In fortnightly samplings were evaluated the physical and chemical variables (water temperature, dissolved oxygen, carbon dioxide, pH, ammonia, nitrite and total phosphorus) and the planktonic community (phytoplankton and zooplankton communities). The applicability of planktonic groups was excellent for monitoring the water quality of this ecosystem, helping to complement information about these groups and characterizing the species that occur in tambaqui the growing phase. The classes that have occurred in nurseries were Chlorophyceae, Zygnemaphyceae, cyanobacteria, Bacillariopyceae, Euglenophyceae, Xanthophyceae and Chlamydomphyceae that indicate the quality of two ponds and the poor quality of the nursery for this eutrophic well cyanobacterium. There was presence of copepods, rotifers and Cladocera throughout creation that serves as food for fry in the first phase. The physical and chemical variables analyzed show that tambaqui fish could be grown in nurseries with control of water quality and the planktonic community has developed very well in need of monitoring.

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

## 1 INTRODUÇÃO

A produção do tambaqui é realizada principalmente em viveiros escavados no sistema semi-intensivo. Sua criação tem sido impulsionada principalmente pelo fato desta espécie apresentar alto valor comercial e excelente aceitação pelo consumidor, crescimento rápido principalmente 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 et al., 2001).

A criação de peixe da espécie *Collossoma macropomum*, o tambaqui é desenvolvido principalmente em viveiros fertilizados, que favorecem a produção do plâncton considerado um importante alimento para juvenis de peixes (SIPAÚBA-TAVARES; BRAGA, 2007; PRIETO; ATENCIO, 2008). O tambaqui, por ser um peixe que se alimenta de zooplâncton durante toda a vida, tem sido cultivado em viveiros onde há uma grande quantidade de alimento natural, favorecendo assim um melhor desempenho zootécnico (CAVERO et al., 2009; PAULA, 2009).

Devido à importância do plâncton na alimentação de peixes, muitas pesquisas têm sido realizadas buscando desenvolver uma tecnologia para melhor aproveitamento dos organismos planctônicos ou mostrar a importância destes para a criação de peixes (SIPAÚBA-TAVARES; BRAGA, 2007). Embora trabalhos destaquem a importância da adubação como forma de favorecer o desenvolvimento planctônico e melhorar o desempenho do tambaqui criado em viveiros escavados, ainda não se quantificou a real contribuição do alimento natural na biomassa produzida em viveiros de cultivo.

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 (PASZTALENIEC; 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 et al., 2010a).

O fitoplâncton tem sido utilizado como ferramenta para monitorar a qualidade da água (especialmente 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 et al. (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.



## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo

A pesquisa foi conduzida na Agropecuária Carvalho, na fazenda “2 irmãos”, localizada na vicinal 02 do município do Cantá, Roraima, Brasil, nas coordenadas geográficas 20 N 768540, 50 E 273661, 74 N, compreendendo a infraestrutura da piscicultura na propriedade (Figura 01).

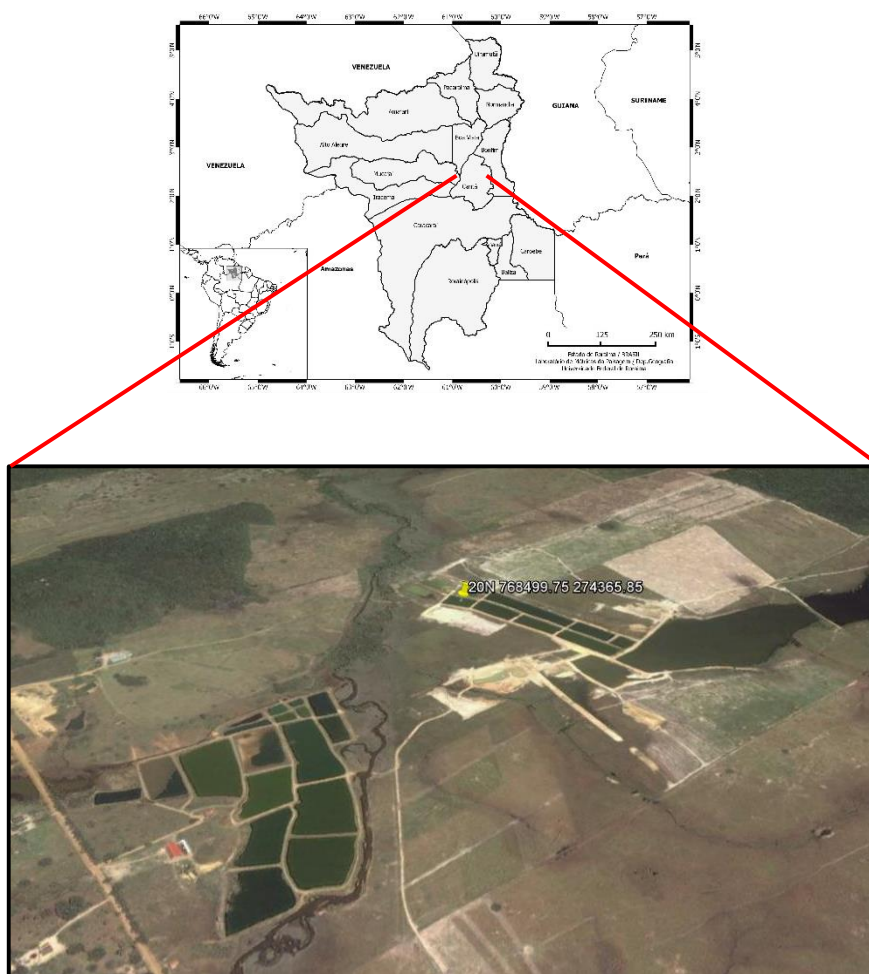


Figura 01 - Localização da piscicultura Agropecuária Carvalho, no município do Cantá-RR. Fonte: GOOGLE EARTH(2016).

A piscicultura é constituída por setenta e três (73) viveiros escavados de fundo natural com disposição sequencial onde se pratica a criação semi-intensiva de organismos aquáticos compreendendo as fases de alevinagem/recria e engorda para fins comerciais do tambaqui

(*Colossoma macropomum*). Os viveiros usados para o experimento foram três viveiros para alevinagem/recrta viveiro alevino I com 639,9 m<sup>2</sup>, viveiro alevino II com 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>, profundidade média de 1,30 m, estes viveiros são novos e foram construídos a menos de um ano, e nenhuma preparação foi realizada para receber os peixes na fase de recrta (Figura 02).

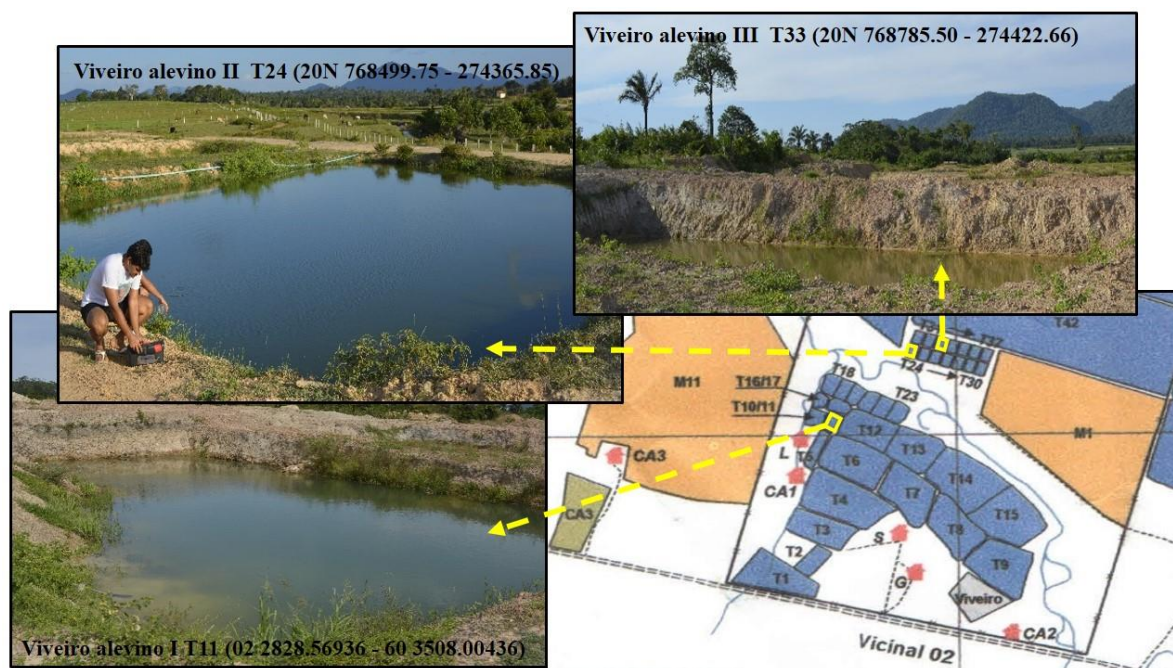


Figura 02 - Identificações dos viveiros escavados de alevinos estudados na fase de recrta da piscicultura Agropecuária Carvalho, no município do Cantá-RR. Fonte: PLANTA-BAIXA (2015), GOMES (2015) E PORTO (2015).

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 recrta 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 03). Os efluentes dos viveiros escavados estudados, durante o ciclo de produção são despejados diretamente no igarapé 03, sem nenhum tratamento prévio.

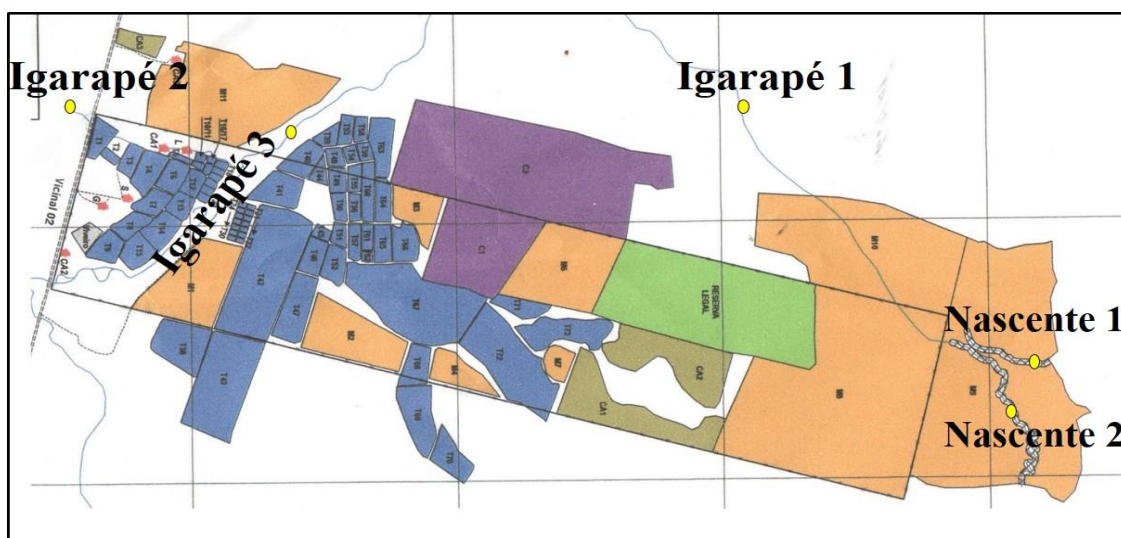


Figura 03 - Identificações das fontes de abastecimentos dos viveiros escavados da piscicultura Agropecuária Carvalho, no município do Cantá-RR. Fonte: PLANTA-BAIXA (2015).

Os peixes criados no empreendimento foram alimentados com ração comercial para peixes onívoros, da marca Laguna 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 arraçamento dos peixes durante a alevinagem/recria foi realizada quatro vezes ao dia, totalizando cerca de 9 Kg.

Nos arredores da piscicultura sofre influência de pastagens e criação de animais domésticos. Assim, o ambiente estudado pode sofrer influência negativa do entorno, contribuindo para o enriquecimento da água dos viveiros, principalmente no período de elevada precipitação.

O clima do município do Cantá é do tipo quente e semiúmido com 05 a 06 meses secos e duas estações bem distintas: verão (época seca) e inverno (época de chuva), com a primeira de outubro a março e a segunda de abril a setembro. A média da temperatura é de 27,5°C. Com relação às precipitações pluviométricas, o Município apresenta uma distribuição irregular ao longo de todo o ano, a precipitação média situa-se entre 1.750 a 2.000 mm (SEPLAN, 2014).

O ambiente está situado numa área de florestas ombrófilas densas e área de contato (formação pioneira/floresta), sendo partes alteradas com pastagens, lavouras e vegetação secundária, sob influência de clima tropical (Aw) com o período seco longo segundo a



classificação de Köppen (ZEE, 2002; FERREIRA et al., 2007; SEPLAN, 2014). Caracterizam-se por seus aspectos geomorfológicos, com o relevo plano que representa cerca de 70% da área; as elevações isoladas representando 10%; e áreas com relevo fortemente ondulado representando 20% da área (ZEE, 2002; SEPLAN, 2014). O município do Cantá-RR é drenado pelos rios: Branco, Quitauaú e Baraúna, e a rede hidrográfica da região apresenta os igarapés: Cajubim, Cachorro, Guaruma, Jacamim, Jenipapo (ZEE, 2002; SEPLAN, 2014).

## 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 termino no mês de outubro de 2015. Realizaram-se duas coletas nictemeral (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 acompanhamento uma semana após o povoamento dos viveiros de alevinos/juvenis na fase de recria, com tamanho entre 02 a 05 cm (Figura 04).

Para acompanhar os quarenta e cinco dias da fase de recria das variáveis físicas e químicas (temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido, gás carbônico, amônia, nitrito e fósforo total) foram feitas amostragens durante as primeiras horas do dia. Foram estabelecidos três viveiros de amostragem, onde cada local foi considerado uma repetição.



Figura 04 - Peixes alocados nos viveiros escavados na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.

### 2.3 Variáveis físicas e químicas

Para determinar as variáveis químicas (gás carbônico, amônia, nitrito, fósforo total), foram coletadas amostras 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 em caixas para serem transportadas do campo ao laboratório de Organismos Aquáticos da Amazônia-LOAM, onde as amostras foram resfriadas e conservadas em refrigerador para posterior análise; as outras variáveis físicas e químicas (temperatura da água, pH e oxigênio dissolvido) foram medidas no local, na piscicultura Agropecuária Carvalho, no entorno dos viveiros e na água dos viveiros na subsuperfície (aproximadamente 20 cm) da coluna d'água, mediante aparelhos específicos citados abaixo.

No Laboratório de Organismos Aquáticos da Amazônia-LOAM, EMBRAPA-RR, localizado na cidade de Boa Vista-RR, foram realizadas as análises para determinação do gás carbônico (CO<sub>2</sub>) segundo a metodologia de titulação (APHA, 2012), fósforo total com auxílio do HI 93713-0 Hanna instruments, amônia e nitrito, seguindo a metodologia calorimétrica do kit técnico de piscicultura. No entanto, as outras variáveis foram medidas *in situ*, na região limnética dos viveiros: temperatura da água e pH, mediante HI 9829 multiparameter meter Hanna instruments; o oxigênio dissolvido mediante ProODO digital professional series da YSI incorporated (Figura 05).

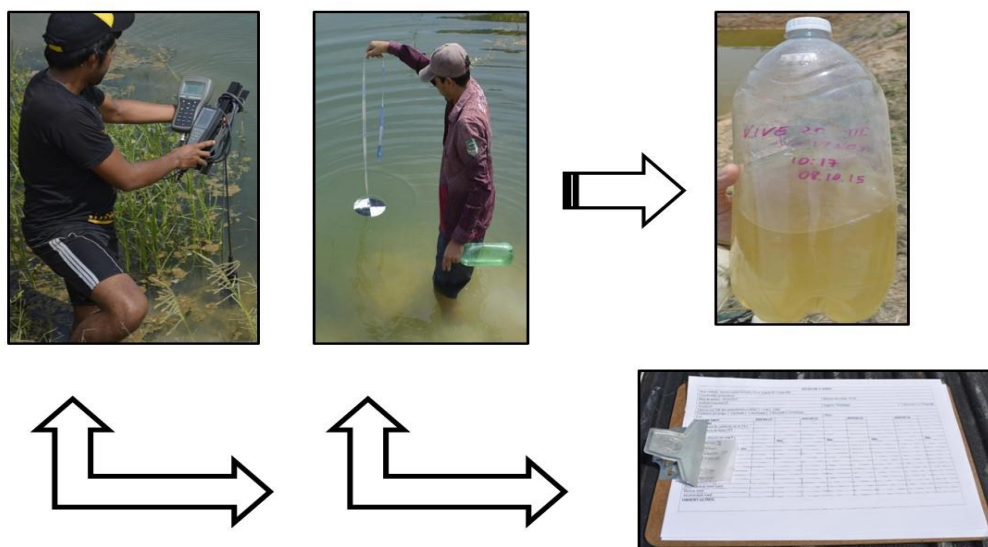


Figura 05 - Esquema de coleta das variáveis físicas e químicas nos viveiros escavados da piscicultura Agropecuária Carvalho, no município do Cantá-RR.

## 2.4 Variáveis biológicas

Para a análise qualitativa as amostras foram homogeneizadas e fixadas em Solução Transeau proporção 6:3:1(BICUDO, 1970), foi retirada cinco sub-amostragem de 0.5 ml com auxílio de pipetas e colocadas em lâminas e lamínulas para identificação dos organismos utilizando microscópio óptico da marca Nikon, com até 100 vezes de aumento, equipado com aparelho fotográfico. As taxa foram identificados sempre que possível a níveis específicos e infra-específicos. O sistema de classificação para as classes e gêneros de acordo com as indicações de Bicudo e Menezes (2006).

O método de contagem de fitoplâncton foi o de Lackey (BRANCO, 1986; APHA, 2005), que utiliza lâmina e lamínula comuns de microscopia e um microscópio comum. Sobre a lâmina foi colocado uma gota de apenas 1/20 a 1/24 mL de amostra e cobriu-se cuidadosamente com a lamínula, evitando a bolha e excesso de água, foi utilizado microscópio óptico da marca Nikon com câmera fotográfica acoplada. Conhecido o volume da amostra e a área da lamínula, foi possível quantificar os organismos presentes. Esta contagem foi realizada pela contagem completa da lamínula sendo efetuado deslocamento da câmara no sentido esquerda-direita ou vice-versa, à medida que se contabilizam os indivíduos contidos no transepto, ou seja, entre as 2 linhas horizontais que passam a linha vertical. As algas que cruzam a linha superior foram contabilizadas, enquanto que as algas que cruzam a linha inferior apenas foram contabilizadas no próximo transepto.

A análise qualitativa e quantitativa do zooplâncton foram realizadas com base nas coletas nictemeral e pontuais do estudo. As coletas foram realizadas com auxílio de redes de plâncton de 20 µm conforme metodologia descrita por Pinto-Coelho (2004) e Sant'Anna et al. (2006). Essas amostras foram homogeneizadas e fixadas em Solução Transeau na proporção 6:3:1(BICUDO, 1970), sendo acondicionados em frascos de vidro para posterior análise. No laboratório, foi retirada cinco sub-amostragem de 1 ml com auxílio de pipetas e colocadas em lâminas e lamínulas para identificação e em placas de Petri para contagem dos organismos presentes, com auxílio de lupa estereoscópica e microscópio com câmera acoplada da marca Nikon.

Identificados os táxons e quantificados os números de indivíduos de cada um, foram determinadas as variáveis que se seguem.

**Frequência de ocorrência (FO)** corresponde ao número de vezes que o organismo ocorreu em relação ao número total de amostras, obtido pela seguinte fórmula:  $Fo (\%) = P \cdot 100/n$

Onde,

P é número de amostras contendo o táxon em questão;

n é o número total de amostras.

**Abundância relativa (Ar)** é a representação participativa em porcentagem de um determinado grupo em relação aos demais. Sendo obtido pela seguinte fórmula:  $Ar (\%) = n/N \cdot 100$

Onde,

n = número de organismos do grupo y;

N = número total de organismos na amostra.

**Espécies descritoras** utilizou-se o conceito de espécie descritora considerando-se um nível de corte de 5% da densidade total da comunidade fitoplanctônica dos viveiros estudados. Este nível de corte consegue selecionar espécies que contribuíram com 70% ou mais para a biomassa total, de acordo com Sommer et al. (1993).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Composição 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 01).

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 demonstram ampla distribuição em água e quase sempre dominantes em número. E ainda, Macedo e Sipaúba-Tavares (2005), observaram em seu trabalho em viveiros de piscicultura uma elevada abundância desse organismo; seguida das outras classes representativas: Zygnemaphyceae (16%), Cyanophyceae (13%), Bacillariophyceae (11%), Euglenophyceae (5%), Chlamydophyceae (3%) e Xanthophyceae (3%) (Figura 06).

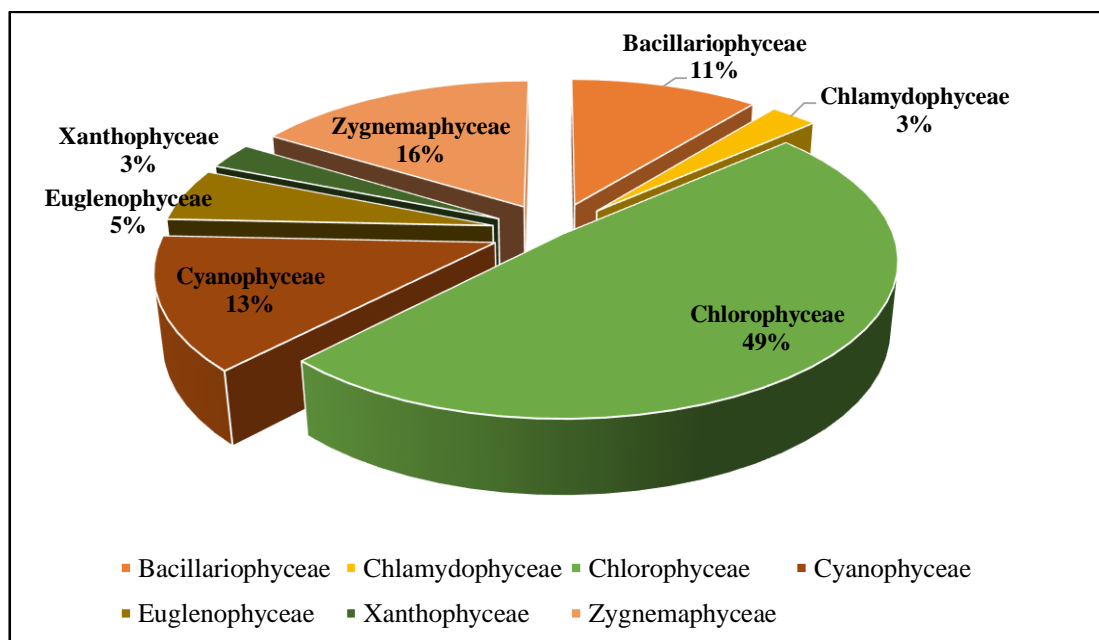


Figura 06 - Contribuição das classes nos viveiros escavados durante a fase de recria do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.



Tabela 01- Relação das espécies fitoplanctônicas identificadas dos viveiros escavados na fase de recria da piscicultura Agropecuária Carvalho, Município do Cantá-RR.

<b>DIVISÃO</b>	<b>CLASSE</b>	<b>GENÉROS/ESPÉCIES</b>	
Chlorophyta	Chlorophyceae	<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda, 1938)	
		<i>Ankistrodesmus fusiformis</i> (Corda, 1838)	
		<i>Ankistrodesmus gracilis</i> (Corda, 1838)	
		<i>Ankistrodesmus spiralis</i> (Corda, 1838)	
		<i>Coelastrum microporum</i> (Nägeli in kutzing, 1849)	
		<i>Coelastrum proboscideum</i> (Nägeli in kutzing, 1849)	
		<i>Desmodesmus protuberans</i> (Fritsch e Rich, 1929)	
		<i>Golenkinia</i> sp. (Chodat, 1894)	
		<i>Kirchneriella contorta</i> (Bohlin, 1897)	
		<i>Kirchneriella lunaris</i> ((kirchner) Mobius, 1894)	
		<i>Nephrocytium</i> sp. (Nägeli, 1849)	
		<i>Pediastrum duplex</i> (Meyen, 1829)	
		<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Meyen, 1829)	
		<i>Scenedesmus linearis</i> (Meyen, 1829)	
		<i>Scenedesmus</i> sp. (Meyen, 1829)	
		<i>Schoederia</i> sp. (Lemmermann, 1898)	
		<i>Treubaria</i> sp. (C. Bernard, 1908)	
		<i>Ulothrix aequalis</i> (Kutzing, 1845)	
		Zygnemaphyceae	<i>Closterium</i> sp. (Nitzsch ex Ralfs, 1948)
			<i>Cosmarium pyramidatum</i> (Brébisson ex Ralfs, 1848)
			<i>Cosmarium</i> sp. (Corda ex Ralfs, 1848)
			<i>Euastrum</i> sp. (Ralfs, 1848)
			<i>Spirogyra</i> sp. (Link in Needs, 1820)
<i>Staurastrum</i> sp. (Meyen ex Ralfs, 1948)			
Cyanophyta	Cyanophyceae	<i>Aphanocapsa</i> sp. (Nägeli, 1849)	
		<i>Aphanothece</i> sp. (Nägeli, 1849)	
		<i>Microcystis</i> sp. (Kutzing, 1833)	
		<i>Oscillatoria</i> sp. (Vaucher ex Gomont, 1892)	
Euglenophyta	Euglenophyceae	<i>Euglena</i> sp. (Ehrenberg, 1830)	

---

		<i>Trachelomonas</i> sp. (Ehrenberg, 1833)
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kutzing) Czarnecki, 1994
		<i>Gomphonema parvulum</i> (Ehrenberg, 1832)
		<i>Navicula cryptotenella</i> (Bory, 1822)
		<i>Pinnularia</i> sp. (Ehrenberg, 1843)
	Chlamydoephyceae	<i>Gonium</i> sp. (Müller, 1773)
	Xanthophyceae	<i>Pseudostaurastrum</i> sp. (Chodat, 1921)

---

Fim

### 3.2 Densidade do fitoplâncton

De modo geral, a densidade fitoplanctônica nos viveiros de alevinos foi de 20.506ind/mL. A classe que mais contribuiu para a densidade total foi Chlorophyceae (46%) seguida da classe Cyanophyceae (26%), Euglenophyceae (10%), Zygnemaphyceae (9%), Bacillariophyceae (6%), Chlamydoephyceae (2%) e Xanthophyceae (1%) (Tabela 02).

Tabela 02 - Densidade das classes fitoplanctônicas dos viveiros escavados durante a fase de recria do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.

CLASSES	QUANTIDADE
Bacillariophyceae	4825
Chlamydoephyceae	308
Chlorophyceae	9539
Cyanophyceae	4112
Euglenophyceae	1608
Xanthophyceae	130
Zygnemaphyceae	5541

### 3.3 Espécies descritoras

As espécies descritoras foram definidas a partir de taxa que contribuíram com pelo menos 5% para a densidade total do fitoplâncton, segundo o critério de Sommer et al. (1993). No presente estudo as espécies descritoras foram compostos por Chlorophyceae com

*Desmodesmus protuberans* e *Scenedesmus* sp., seguida da Cyanophyceae com *Aphanocapsa* sp., *Aphanothece* sp. e *Microcystis* sp., e de Euglenophyceae com *Trachelomonas* sp.

### 3.4 Abundância relativa e Frequência de ocorrência do fitoplâncton

A lista de espécies de abundância relativa e frequência de ocorrência nos viveiros durante a fase de recria do tambaqui estão apresentadas na tabela 03.

Tabela 03 - 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	GENÊROS/ESPÉCIES	AR (%)	FO (%)
Bacillariophyceae	<i>Achnantheidium minutissimum</i>	1,00	1,00
	<i>Gomphonema parvulum</i>	0,73	0,73
	<i>Navicula cryptotenella</i>	1,50	1,50
	<i>Pinnularia</i> sp.	3,12	3,12
Chlamydoephyceae	<i>Gonium</i> sp.	1,78	1,78
Chlorophyceae	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	1,46	1,46
	<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>	1,22	1,22
	<i>Ankistrodesmus gracilis</i>	1,75	1,75
	<i>Ankistrodesmus spiralis</i>	1,90	1,90
	<i>Coelastrum microporum</i>	1,74	1,74
	<i>Coelastrum proboscideum</i>	2,29	2,29
	<i>Desmodesmus protuberans</i>	10,24	10,24
	<i>Golenkinia</i> sp.	0,51	0,51
	<i>Kirchneriella contorta</i>	1,84	1,84
	<i>Kirchneriella lunaris</i>	1,17	1,17
	<i>Nephrocytium</i> sp.	0,97	0,97
	<i>Pediastrum duplex</i>	1,71	1,71
	<i>Scenedesmus acuminatus</i>	1,45	1,45
	<i>Scenedesmus linearis</i>	1,83	1,83
	<i>Scenedesmus</i> sp.	8,53	8,53

Continuação

	<i>Schoederia</i> sp.	1,66	1,66
	<i>Treubaria</i> sp.	3,31	3,31
	<i>Ulothrix aequalis</i>	2,44	2,44
Cyanophyceae	<i>Aphanocapsa</i> sp.	9,75	9,75
	<i>Aphanothece</i> sp.	8,09	8,09
	<i>Microcystis</i> sp.	4,88	4,88
	<i>Oscillatoria</i> sp.	1,40	1,40
	<i>Schoederia</i> sp.	1,46	1,46
Euglenophyceae	<i>Euglena</i> sp.	4,23	4,23
	<i>Trachelomonas</i> sp.	6,34	6,34
Xanthophyceae	<i>Pseudostaurastrum</i> sp.	0,63	0,63
Zygnemaphyceae	<i>Closterium</i> sp.	1,68	1,68
	<i>Cosmarium pyramidatum</i>	1,45	1,45
	<i>Cosmarium</i> sp.	1,51	1,51
	<i>Euastrum</i> sp.	1,25	1,25
	<i>Spirogyra</i> sp.	1,44	1,44
	<i>Staurastrum</i> sp.	1,74	1,74

Fim

O crescimento do fitoplâncton depende de dois fatores principais: disponibilidade de luz e nutrientes (REYNOLDS, 2006). Em ambientes de tanques e viveiros de piscicultura, a profundidade da zona eufótica e a quantidade de nutrientes disponíveis introduzidos artificialmente, não constituíram fatores limitantes ao desenvolvimento do fitoplâncton.

Considerando a contribuição das diferentes classes fitoplanctônicas nos viveiros estudados, as classes Chlorophyceae e Zygnemaphyceae foram as que mais se destacaram qualitativamente. O grupo Chlorophyceae é composto por algas pequenas, com relação superfície/volume, um rápido crescimento, as quais são selecionadas por condições satisfatórias de luz e nutrientes (FARIA et al., 2000). A classe Zygnemaphyceae, sendo organismo característico de águas ácidas, tem maior potencial de crescimento nos períodos quentes e chuvosos, estando associado aos maiores teores de fósforo na água devido ao escoamento superficial, sendo importante bioindicador para a quantidade de fósforo total na água (GRAHAN et al., 1996; BEYRUTH; PEREIRA, 2002). Trabalhos para fins de cultivo de

organismos aquáticos, o aumento da participação relativa dos grupos Chlorophyceae e Zygnemaphyceae podem ser benéficos, uma vez que peixes herbívoros consomem organismos pertencentes a estes grupos (ABDEL-TAWWAB, 2011).

No entanto, quantitativamente as classes mais representativas foram Chlorophyceae e Cyanophyceae. As Cyanophyceae apresentam crescimento lento de grandes células ou colônias, baixa relação superfície/volume, aptas a dominarem sob condições de boa disponibilidade de luz e nutrientes e são S-estrategistas (REYNOLDS, 1997).

Nos viveiros escavados apresentaram abundância relativa e frequência de ocorrência das espécies descritoras refletindo condições semelhantes. As espécies *Desmodesmus protuberans* e *Scenedesmus* sp. presentes em corpos d'água são características de ambiente eutrófico, provocadas pelo aumento na concentração de nutrientes, principalmente fósforo, mas são bem representados em ambientes aquícolas subtropicais, estando adaptado a amplas condições ambientais, fato que dificulta sua utilização como indicador de qualidade de água (FALCO; CALIJURI, 2002) (Figura 07).

Os gêneros *Aphanocapsa* sp., *Aphanothece* sp. e *Microcystis* sp. são Cyanophyceae e 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 (CROSSETTI; BICUDO, 2005). 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), problemas ambientais como elevada turbidez, anoxia, morte de peixes e alteração na cadeia trófica, com potencial risco à saúde do peixe e do humana, e impactando a atividade econômica (SEMYALO et al., 2011; ZHONG et al., 2011; LURLING; FAASSEN, 2012). Estes gêneros foram encontrados principalmente em grandes quantidades no viveiro alevino II (Figura 07).

*Trachelomonas* sp. pertence a classe Euglenophyceae e foi encontrada alta representatividade do gênero em viveiros de piscicultura, em especial no viveiro alevino III, sendo característico de ambientes ricos em matéria orgânica, portanto, um indicativo das condições eutróficas (SIPAÚBA-TAVARES; COLLUS, 1997) (Figura 07).

Os organismos fitoplanctônicos são importantes para a cadeia trófica nos sistemas aquáticos. Para caracterizar a estrutura trófica de um ecossistema aquático, a composição, abundância, biomassa e diversidade dos organismos (MELO-MAGALHÃES et al., 2009).

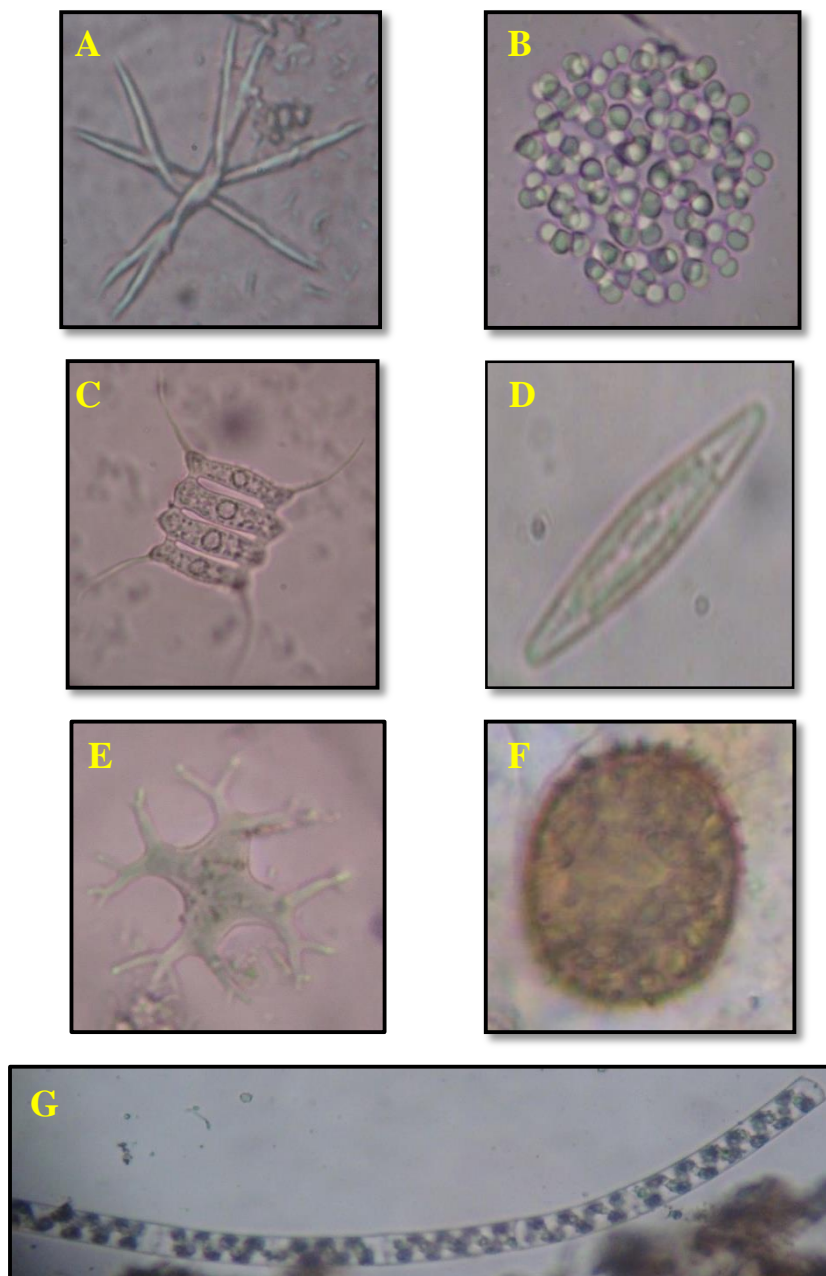


Figura 07 - Espécies das classes ocorrentes nos viveiros escavados durante a fase de recria da piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR (A) *Ankistrodesmus spiralis* (B) *Aphanocapsa* sp. (C) *Desmodesmus* sp. (D) *Navicula* sp. (E) *Pseudostaurastrum* sp. (F) *Trachelomonas* sp. (G) *Spirogyrasp*.

### 3.5 Composição do zooplâncton

Os viveiros escavados da piscicultura apresentaram uma cobertura de zooplâncton na fase de recria. A composição da comunidade zooplantônica dos três viveiros estudados

totalizaram cinco (05) taxa, dez (10) e uma (1) espécies. E os taxa mais representativos foram Copépoda (34%), Rotífera (33%), Cladóceras (17%), Insecta díptera (8%) e Nematoda (8%) (Tabela 04).

Tabela 04- Relação das espécies zooplanctônicas identificadas dos viveiros escavados na fase de recria da piscicultura Agropecuária Carvalho, Município do Cantá-RR.

<b>TAXA</b>	<b>GÊNEROS/ESPÉCIES</b>
Cladóceras	<i>Daphnia sp.</i>
	<i>Moina micrura</i>
Copépoda	<i>Diaptomus sp.</i>
	<i>Nauplius</i>
	<i>Cyclops sp.</i>
	<i>Mesocyclops sp.</i>
Insecta díptera	<i>Chaoborus sp.</i>
Nematoda	
Rotífera	<i>Anurea sp.</i>
	<i>Brachionus sp.</i>
	<i>Keratella sp.</i>
	<i>Lecane sp.</i>

### 3.6 Densidade total do zooplâncton

A densidade zooplanctônica nos viveiros de alevinos foi de 13.231 ind/mL. A classe que mais contribuiu para a densidade total foi Copépoda (63%), Rotífera (25%), Cladóceras (9%), Insecta díptera (3%) e Nematoda (0%) (Figura 08).

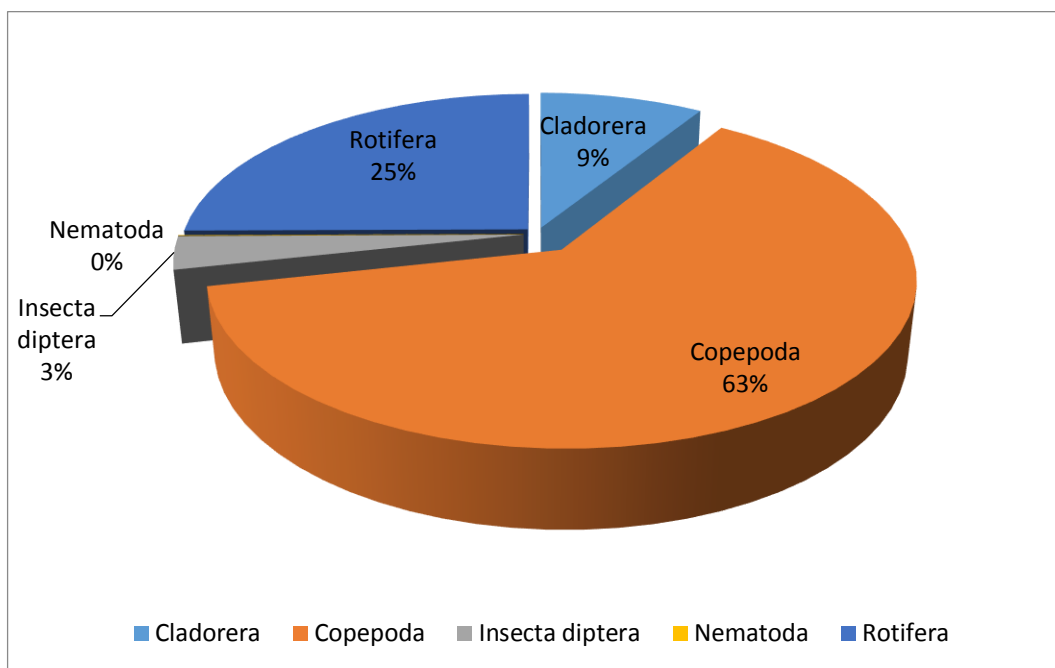


Figura 08 - Contribuição dos grupos de zooplâncton nos viveiros escavados durante a fase de recria do tambaqui da piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.

### 3.7 Abundância relativa e Frequência de ocorrência do zooplâncton

A lista de espécies de abundância relativa e frequência de ocorrência nos viveiros durante a fase de recria do tambaqui estão apresentadas na tabela 05.



Tabela 05 - 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.

<b>TAXA</b>	<b>GÊNEROS/ESPÉCIES</b>	<b>AR (%)</b>	<b>FO (%)</b>
Cladórea	<i>Daphnia</i> sp.	6,37	6,37
	<i>Moina micrura</i>	2,57	2,57
Copépoda	<i>Diaptomus</i> sp.	22,58	22,58
	<i>Nauplius</i> sp.	7,06	7,06
	<i>Cyclops</i> sp.	14,31	14,31
	<i>Mesocyclops</i> sp.	18,71	18,71
Insecta diptera	<i>Chaoborus</i> sp.	3,25	3,25
Nematoda		0,04	0,04
Rotífera	<i>Anurea</i> sp.	11,03	11,03
	<i>Brachionus</i> sp.	4,46	4,46
	<i>Keratella</i> sp.	2,64	2,64
	<i>Lecane</i> sp.	7,00	7,00

O zooplâncton possui papel fundamental na dinâmica de um ecossistema aquático, atuando como consumidor primário e como elo entre produtores e consumidores (FARIA et al., 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).

Considerando a contribuição dos diferentes grupos zooplanctônicos nos viveiros, os grupos Copépoda e Rotífera foram as que mais se destacaram tanto quantitativamente quanto qualitativamente. Pinto-Coelho (1998) relata que é necessária a obtenção de zooplâncton de qualidade e em abundância para a criação de peixes. 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.

Copépoda (Calanóida e Cyclopóida) foi mais abundante e frequente nos viveiros, pode ter sofrido influência do abastecimento do sistema. A água fica represada em um viveiro antes de seguir curso, onde possui macrófitas aquáticas que pode ser explicado pela maior

quantidade de raízes exposta aos organismos, uma vez que este ambiente está colonizado por macrófitas aquáticas flutuantes, com maior complexidade de nichos ecológicos promovendo maiores recursos alimentares e refúgios da predação, aumentando a diversidade de organismos (MAIA-BARBOSA et al., 2008).

As flutuações do zooplâncton também são desencadeadas por vários fatores, tais como temperatura, presença ou ausência de luminosidade, qualidade da água e disponibilidade de alimentos (SIPAÚBA-TAVARES et al., 2008). Os grupos Copépoda, Cladóceca e Rotífera são muito comuns em tanques e viveiros de piscicultura, sendo essas espécies de grande aceitabilidade como alimento pelos peixes pelas suas características (SIPAÚBA-TAVARES; BACHION, 2002).

As espécies de Copépoda possuem ciclo de vida mais longo, com reprodução sexuada e diversas fases de desenvolvimento. Apesar dos adultos possuírem movimentação rápida com bom escape à predação, suas larvas (náuplios) são consideradas um ótimo alimento para os peixes, devido ao movimento lento, são de fácil captura (SIPAÚBA-TAVARES; ROCHA, 2003) (Figura 09).

As espécies de Cladóceca nadam por meio de suas antenas com movimentos quase sempre verticais, a sua reprodução é por partenogênese e constituem itens alimentares indispensáveis na dieta de diferentes espécies de peixes por serem presa de fácil captura nos estágios em que a predação é eminentemente visual, sendo o tamanho, forma e movimentos desses organismos características fundamentais, determinando a predação exercida pelos peixes sobre esses organismos (NANDINI; SARMA, 2003; KUMAR et al., 2005) (Figura 09).

Rotíferas possuem pequeno tamanho, ciclo de vida curto e alto valor nutritivo (SIPAÚBA-TAVARES; ROCHA, 2003). São organismos dioicos e a sua forma de reprodução mais comum é a partenogênese, portanto, são encontradas mais fêmeas do que machos no ambiente (MATSUMURA-TUNDISI; TUNDISI, 2005) (Figura 09).

A variedade de zooplâncton encontrada nos viveiros é desejada, pois disponibiliza aos animais uma maior variedade de organismos a serem consumidos. Segundo Beerli et al. (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 e desenvolver o trato digestivo no primeiro estágio. O zooplâncton ajuda no desenvolvimento do crescimento e a sobrevivência dos peixes, principalmente por possuírem alimento disponível durante todo

período de criação. Segundo Jha et al. (2006), cada espécie de peixe ou em diferentes fases, podem apresentar preferência por determinado alimento, de acordo com o desenvolvimento dos órgãos sensoriais e alimentares, ocorrendo, desta forma, mudanças nítidas quanto ao tipo e tamanho da presa.

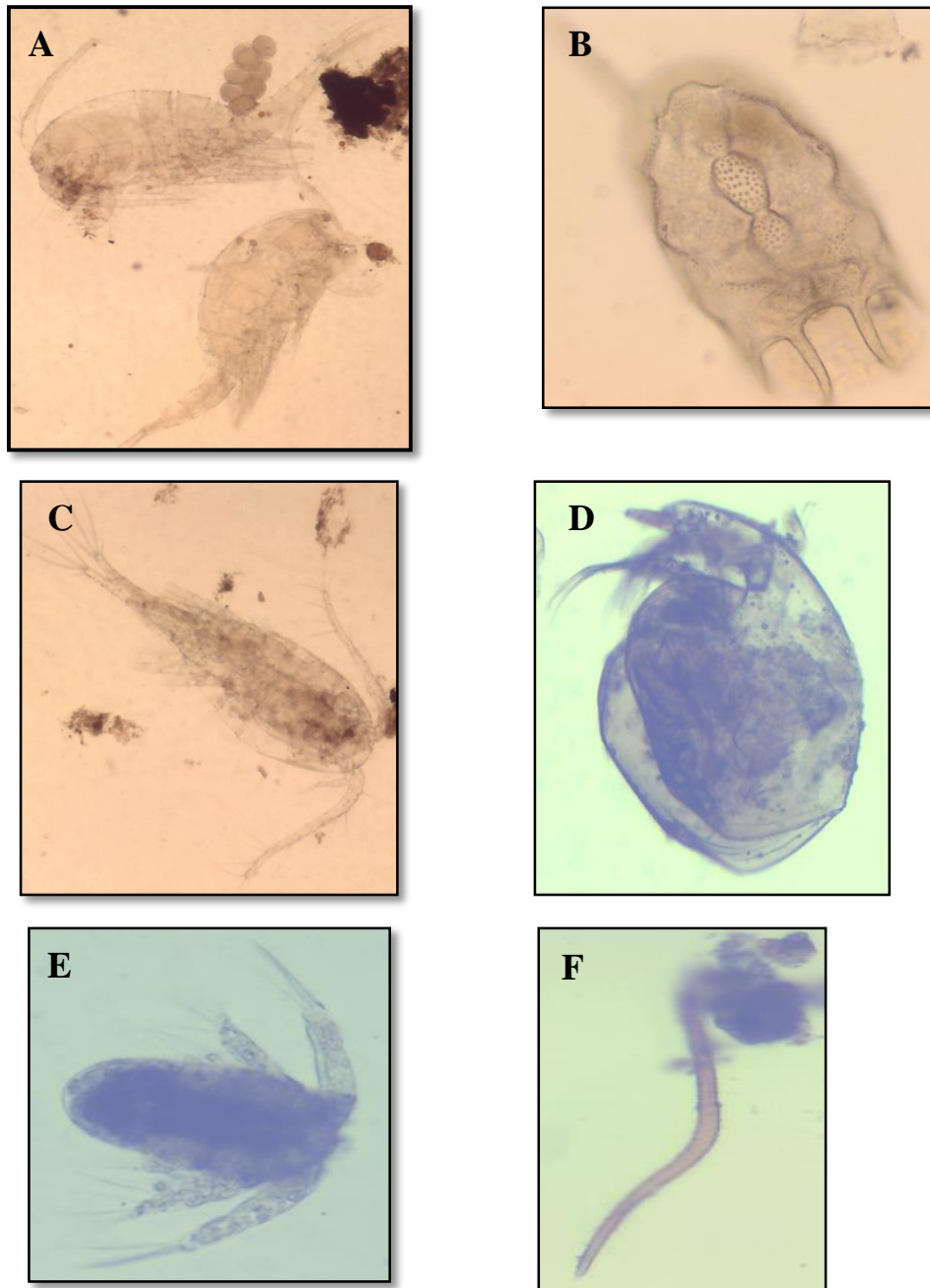


Figura 09 - Espécies dos grupos ocorrentes nos viveiros escavados durante a fase de recria da piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR (A) *Diaptomus* sp. (B) *Keratella* sp.(C) *Mesocyclops* sp. (D) *Moina micrura* (E) *Nauplius* sp. (F) Nematoda.

### 3.8 Variáveis físicas e químicas

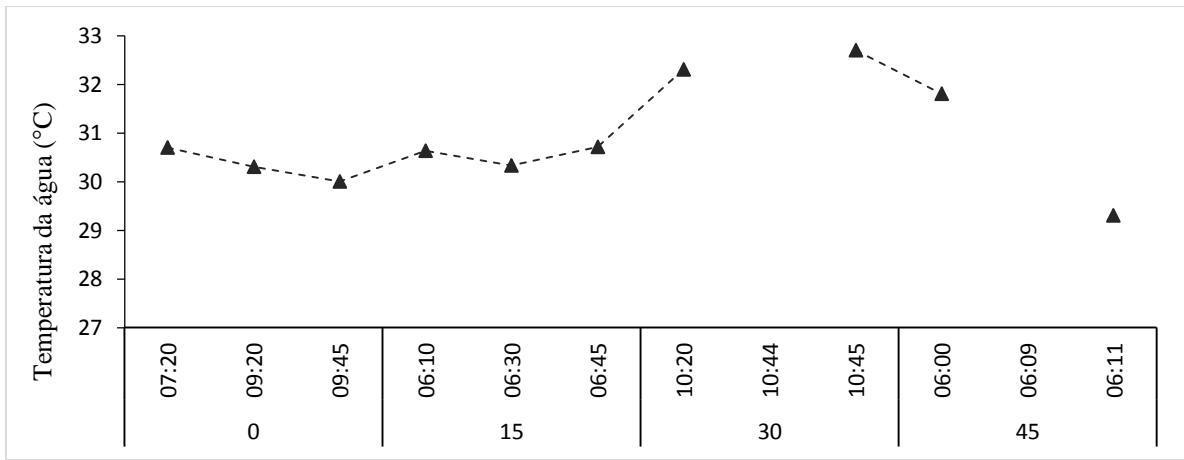


Figura 10 - Temperatura da água nos viveiros escavados durante a recria do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.

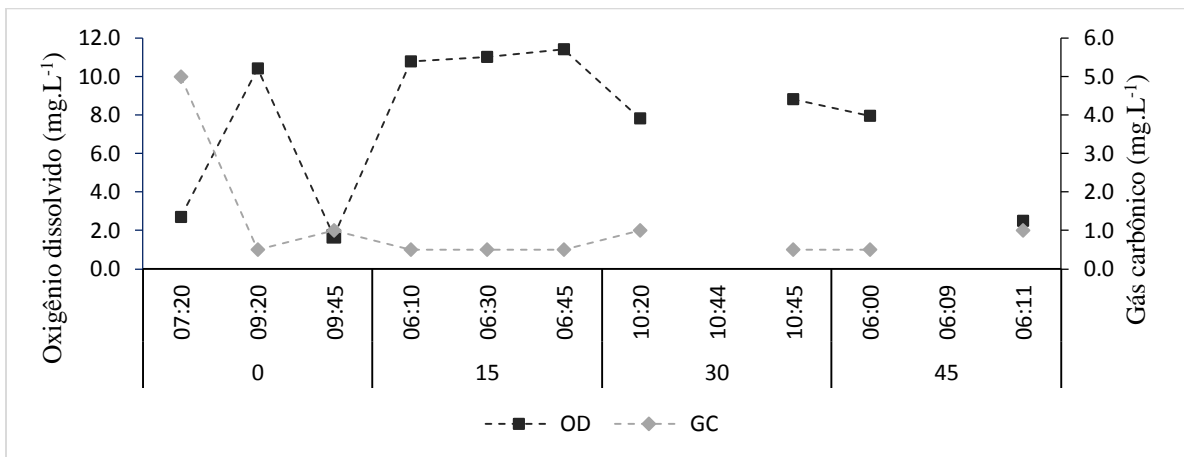


Figura 11 - Oxigênio dissolvido e gás carbônico nos viveiros escavados durante a recria do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.

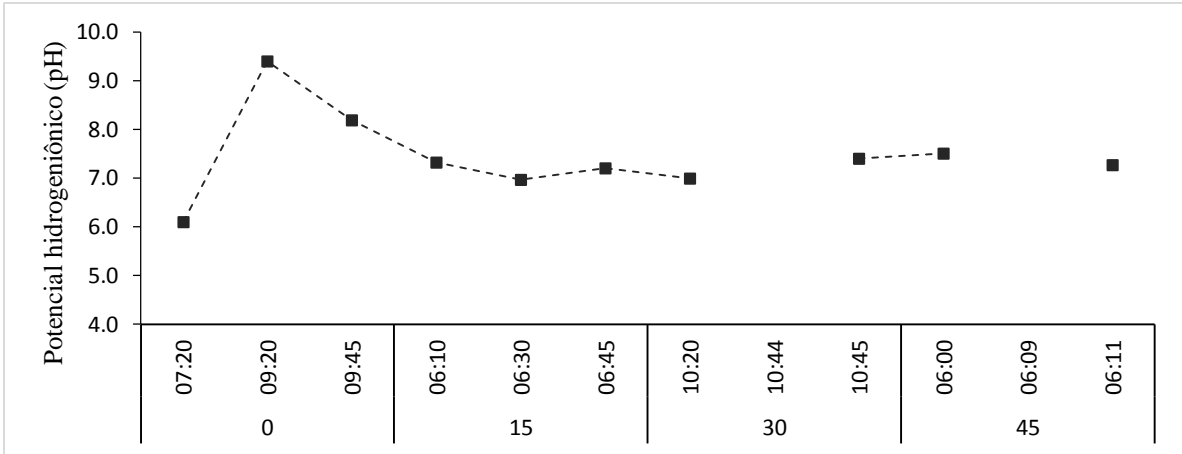


Figura 12 - Potencial hidrogeniônico nos viveiros escavados durante a recria do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.

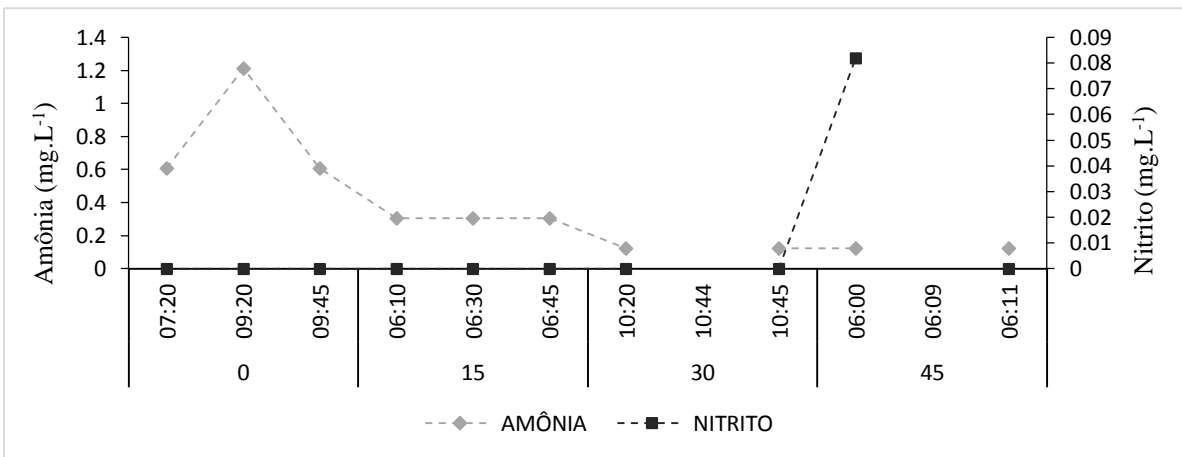


Figura 13 - Amônia e nitrito nos viveiros escavados durante a recria do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá-RR.

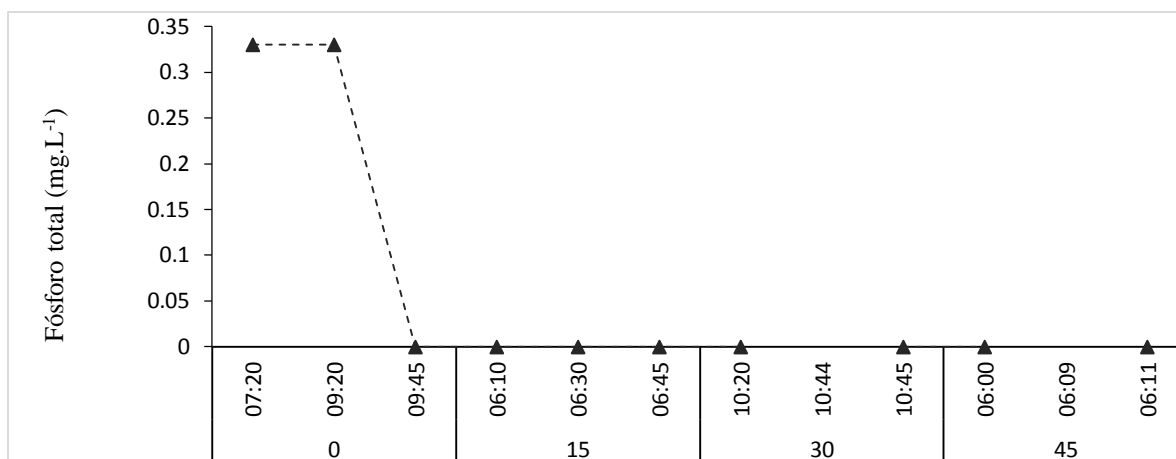


Figura 14 - Fósforo total nos viveiros escavados durante a recria do tambaqui na piscicultura Agropecuária Carvalho, município do Cantá - RR.

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

Durante os quarenta e cinco dias de estudo, a temperatura da água em todos os pontos foi considerada favorável 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 kubitza (1998) e a média da temperatura do ar no local de era de 27,0 °C. Com estes resultados na figura 10 influenciam nas taxas metabólicas dos peixes como consequência o aumento da ingestão alimentar que favorece o seu crescimento e o desenvolvimento da comunidade fitoplanctônica (PEZZATO et al., 2004).

As águas dos viveiros apresentaram-se bem oxigenadas no período do estudo ao contrário do gás carbônico que teve valores baixos (Figura 11). O 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) ocorrem através da 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 o tambaqui com OD > 3 mg.L<sup>-1</sup> e gás carbônico < 4 mg.L<sup>-1</sup> (VINATEA-ARANA, 2010; SEBRAE/RR, 2012).

O baixo nível de oxigênio dissolvido e o aumento do gás carbônio na água é consequência da atividaderespiratória, considerando o horário no qual foram realizadas as coletas nas primeirashoras com incidência de luz solar, onde o corpo d'água havia passado

por longo período com a respiração suplantando a fotossíntese. Os peixes tambaqui são resistentes a hipoxia, suportando valores inferiores a  $1 \text{ mg.L}^{-1}$  (SAINT-PAUL, 1984;1988).

O pH neutro encontrado ao longo do estudo foi considerado adequado para criação. Kubitzka (2003) verificaram que o melhor crescimento se dá na faixa adequada de (6,0 a 9,0). O pH interfere ou contribui para o crescimento de algas somente indiretamente por associação a outras variáveis.

O enriquecimento de viveiros de piscicultura com nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, é bastante comum, sendo causado pela entrada de compostos das fertilizações, do arraçamento, do metabolismo dos peixes e da degradação da matéria orgânica dos organismos mortos. Entretanto, estes elementos associados a fatores bióticos e abióticos podem ocasionar prejuízos ambientais e financeiros.

Os valores de amônia (Figura 13) associados aos de pH (Figura 12) e temperatura (figura 10) ou também fósforo total (Figura 14), pH e temperatura da água indicaram que nos viveiros não ocorreram estado tóxico da amônia que é prejudicial aos peixes, porém estes valores são favoráveis ao crescimento das algas entre  $0,3$  a  $1,2 \text{ mg.L}^{-1}$ . Segundo Xavier et al. (1991) observaram que a amônia, cujos os valores da concentração variaram entre  $0,77$  e  $1,58 \text{ mg.L}^{-1}$ , favoreceu o crescimento das algas, já que os compostos de nitrogênio são nutrientes essenciais para produtividade primária. E Branco (1986) cita uma concentração de  $0,30 \text{ mg.L}^{-1}$  de nitrogênio o suficiente para promover a floração de algas.

A entrada de amônia e nitrato em quantidades muito elevadas pode acarretar crescimento descontrolado do fitoplâncton, que assimila esses elementos, provocando florações de algas, as quais ocasionam sérios distúrbios na qualidade da água (PAERL; TUCKER, 1995). No presente estudo os valores da amônia favoreceram o crescimento de algas, mas não em escala descontrolada que prejudique a qualidade da água, e a variável nitrato não foi estudada e sim a variável nitrito que é o primeiro passo da nitrificação e seus valores foram baixos (Figura 13), o que não prejudica o meio indicando que o processo de nitrificação ocorreu regularmente nos viveiros. Sucedeu um pico alto que deve estar relacionado com o bloqueio da nitrificação que são bloqueadas pela baixa concentração de oxigênio (BOYD; TUCKER, 1998).

Fósforo total é um elemento essencial para os seres vivos, assumindo importante papel em seu metabolismo (ESTEVEZ, 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 14).

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.



## 4 CONCLUSÕES

As tendências reveladas neste estudo indicam que para os ecossistemas aquícolas tropicais envolvendo criação de organismos aquáticos, o corpo d'água é determinante para a composição da comunidade planctônica, assim como o regime alimentar, disposição sequencial dos viveiros associada ao abastecimento e renovação da água.

O estudo confirmou a aplicabilidade dos grupos funcionais fitoplâncton e zooplâncton para o monitoramento da qualidade de água deste ecossistema, auxiliando na complementação de informações sobre tais grupos e caracterizando as espécies que ocorrem na fase de recria do tambaqui.

As variáveis físicas e químicas confirmaram que os peixes tambaqui poderiam ser cultivados nos viveiros com controle da qualidade da água e que a comunidade planctônica se desenvolveu muito bem precisando de monitoramento.

As algas encontradas, principalmente pelas espécies e a quantidade indicaram a eutrofização do viveiro alevino II que estava com turbidez biogênica provocado por cianobactérias *Aphanocapsa* sp. e *Microcystis* sp., causando prejuízo ao produtor por ter secado o viveiro com quinze dias do período de quarenta e cinco dias da fase de recria.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o estudo ocorreu à dificuldade de conseguir informações sobre o manejo dos viveiros, devido à troca de funcionários e registro dos dados sobre os peixes e da preparação dos viveiros, assim dificulta uma orientação de manejo ideal para o produtor.

Com o conjunto de fatores mencionados, recomenda-se o controle da quantidade e da qualidade do alimento fornecido aos organismos, controle da renovação de água para evitar acúmulo de matéria orgânica, visando à manutenção da qualidade da água no sistema de criação de peixes.

Recomendo fortemente o tratamento de efluentes da criação de peixes, podendo utilizar macrófitas aquáticas flutuantes de espécies que ocorrem nos igarapés aos redores.

Nos arredores do sistema de criação de peixes há criação de gado, contribuindo para o enriquecimento da água dos viveiros, uma vez, que o local foi construído em área próxima dos viveiros e escoar dejetos, com forte influência na qualidade da água.

## REERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

ALTIERI, M. **Agroecologia**: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 5. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004. 120p.

ALVES-DA-SILVA, S.M.; BRIDI, F. C. Euglenophyta no Parque Estadual Delta do Jacuí. **Strombomonas Defl. Acta Botanica Brasilica**, Rio Grande do Sul, v. 3, p. 555-572. 2004.

**APHA**: American Public Health Association; **AWWF**: American Water Works Association; **WEF**: Water Environment Federation. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21. ed. Washington, 2005.

**APHA**: American public health association; **Standard Methods**: for the examination of water and wastewater. 22. ed. Washington: American public health association, 2012.

AYRES, M.; AYRES JR., M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. DE A. S. DO. **BioEstat 5.0**: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. 5 ed. Belém: MCT; IDSM; CNPq, 2007. 364 p.

AZEVEDO, S. M. F. O.; BRANDÃO, C. C. S.; AZEVEDO, L. O.; MARINHO, M. M.; MAGALHÃES, V. F.; HUSZAR, V. L. DE M.; OLIVEIRA A. C. P. DE O.; GOMES, A. M. DA A. **Efeitos de fatores físicos e químicos no crescimento de cianobactérias e proposição de técnicas de tratamento de água para remoção de cianobactérias e cianotoxinas**. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2005.

BALDISSEROTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria: UFSM, 2002.

BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. 2.ed. Santa Maria: UFSM, 2009.

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.

BEYRUTH, Z.; PEREIRA, H. A. S. L. The isolation of Rio Grande from billings reservoir, São Paulo, Brazil: effects on the phytoplankton. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 28, n. 2, p. 111-123. 2002.

BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. **Gênero de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições**. São Carlos: Rima, 2006.

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.

BICUDO, C.; BICUDO, D. C. **Amostragem em Limnologia**. São Carlos: Rima, 2004.

BONECKER, C. C.; AOYAGUI, A. S. M.; SANTOS, R. M. The impact of impoundment on the rotifera communities in two tropical flood plain environments: interannual pulse variations. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 2, p. 529-537. 2009.

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.

BOSMA, R. H.; VERDEGEM, M. C. J. Sustainable aquaculture in ponds: principles, practices and limits. **Livestock Science**, v. 139, p. 58-68. 2011.

BOUVY, M.; FALCÃO, D.; MARINHO, M.; PAGANO, M.; MOURA, A. Occurrence of *Cylindrospermopsis* (Cyanobacteria) in 39 Brazilian tropical reservoirs during the 1998 drought. **Aquatic Microbiology Ecology**, v. 23, p. 13-27. 2000.

BOYD, C. E. Parâmetros da qualidade de água: oxigênio dissolvido. **Revista ABCC**, Recife, v. 4, n. 1, p. 66-69. 2002.

BOYD, C. E.; EGNA, H. I. **Dynamics of pond aquaculture**. New York: CRC Press, 1997.

BOYD, C. E.; QUEIROZ, J. Manejo das condições do sedimento do fundo e da qualidade da água e dos efluentes de viveiros. In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSSO, D. M.; CASTAGNOLLI, N. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. 26p.

BOYD, C. E.; TUCKER, C.; MCNEVIN, A.; BOSTICK, K.; CLAY, J. Indicators of resource use efficiency and environmental performance in fish and crustacean aquaculture. **Reviews in Fisheries Sciences**, v. 15, p. 327-360. 2007.

BOYD, C. E.; TUCKER, C.S. Pond aquaculture water quality management. **Kluwer Academic Publishers**, Massachussets, p.700. 1998.

BRANCO, S. M. **Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária**. 3. ed. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1986. 640p.

BRASIL. **Instrução Normativa Interministerial MAPA/MPA nº 28/2011**. Disponível em: <[http://www.normaslegais.com.br/legislacao/in\\_mapa\\_mpa28\\_2011.htm](http://www.normaslegais.com.br/legislacao/in_mapa_mpa28_2011.htm)> Acesso em 26 mar 2016.

BRASIL. **Ministério da pesca e aquicultura**. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/aquicultura/potencial-brasileiro>> Acesso em: 15 out. 2015.

CALIJURI, M. Do C. **A comunidade fitoplanctônica em um reservatório tropical Barra Bonita, SP**. São Paulo, 1999. 211f. Tese (Livre Docência) - Universidade de São Carlos, São Paulo. 1999.

CARDOSO, L. S.; RAMOS, J. D.; MELLO, H. O. O. Composição, densidade e abundância das populações de Cladocera, Copepoda e Rotífera de áreas de proteção permanente do rio Uberabinha. **Em Extensão**, v.7, n.2, p. 95-106. 2008.

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. 33-46 p.

**CETESB.** Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Fitoplâncton de água doce: método qualitativo e quantitativo – método de ensaio. São Paulo. **Norma técnica L5. 303.** 23p. 2005.

CHEN, G.; DALTON, C.; TAYLOR, D. Cladocera as indicators of trophic state in Irish lakes. **Journal of Paleolimnology**, v. 44, p. 465-481. 2010.

CLIMATEMPO. Disponível em: <<http://www.climatempo.com.br/>> Acesso em 18 Ago 2015.

CPRM, **Estudos Hidrológicos no Estado de Roraima.** ZEE: Roraima, 2002.

CROSSETTI, L. O.; BICUDO, C. E. M. Structural and functional phytoplankton responses to nutrient impoverishment in mesocosms placed in a shallow eutrophic reservoir (Graças Pond), São Paulo, Brazil. **Hydrobiologia**, v. 541, p. 71-85. 2005.

CYRINO, J.E.P.; BICUDO, A.J.A.; SADO, R.Y.; BORGHESI, R.; DAIRIKI, J. K. A piscicultura e o ambiente - o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.68- 87. 2010.

DUBOROW, R. M.; CROSBY, D. M.; BRUNSON, M. W. Ammonia in fishponds. **Southern Regional Aquaculture Center**, n. 463, June. 1997.

EL-SAYED, A. B.; EL-FOULY, M. M.; ABDEL-MAGUID, A. A. Green algae for improving nutritional and environmental status of fishponds production. **Journal of American Science**, v. 6, n. 8, p. 47-55. 2010.

EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.** Disponível em: <[http://ccw.sct.embrapa.br/?pg=bloguinho\\_default&codigo=103](http://ccw.sct.embrapa.br/?pg=bloguinho_default&codigo=103)>. Acesso em: 27 fev. 2015.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia.** 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 1998. 602 p.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia.** 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia.** Rio de Janeiro: Interciência, 1988.

ESTEVEES, F. A.; THOMAZ, S. M.; ROLAND, F. Comparison of the metabolism of two floodplain lakes of the trombetas river (Pará, Brazil) based on a study of diel variati. **Amazoniana**, v. 13, p. 33-46. 1994.

ESTEVEES, F. DE A.; BOZELLI, R. L.; BRANCO, C. W. C. Comunidade zooplanctônica. In: ESTEVEES, F. DE A. (Coord.). **Fundamentos de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. Cap. 24, 523-580 p.

ESTEVEES, F. DE A.; FIGUEIREDO-BARROS, M. P.; PETRUCIO, M. M. Principais cátions e ânions. In: ESTEVEES, F. DE A. (Coord.). **Fundamentos de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. Cap. 17, 523-580 p.

ETILE, R. N.; KOUASSI, A. M., AKA, M. N.; PAGANO, M.; N'DOUBA, V.; KOUASSI, N. J. Spatio-temporal variations of the zooplankton abundance and composition in a West African tropical coastallagoon (Grand-Lahou, Cote d'Ivoire). **Hydrobiologia**, v. 624, p. 171-189. 2009.

FALCO, P. B.; CALIJURI, M. C. A. Longitudinal phytoplankton community distribution in a tropical reservoir (Americana, São Paulo, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 14, p. 27-37.2002.

FARIA, A. C. E. A.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M. et al. Avaliação dos grupos zooplanctônicos em tanques experimentais submetidos a adubação com diferentes substratos orgânicos. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 22, n. 3, p. 375-381. 2000.

FERREIRA, E.; ZUANON, J.; FORSBERG, B.; GOULDING, M.; BRIGLIA-FERREIRA, S. R. **Rio Branco**: peixes, ecologia e conservação de Roraima. Lima, Peru: Amazon Conservation Association; INPA; Sociedade Civil Mamirauá, 2007. 201 p.

FIGUEREDO, C. C. **Efeitos da tilápia (*Oreochomis niloticus*) nas características físicas e químicas e estrutura da comunidade fitoplanctônica do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Furnas (MG)**. 2000. 150f. Dissertação(Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2000.

- FINKEL, Z. V.; BEARDALL, J.; FLYNN, K. J.; QUIGG, A.; REES, T. A. V.; RAVEN, J. A. Phytoplankton in a changing world: cell size and elemental stoichiometry. **Journal of Plankton Research**, v. 32, n. 1, p. 119-137. 2010.
- FLIK, G.; VERBOST, P.M. Cellular mechanisms in calcium transport and homeostasis in fishes. **Biochemistry and Molecular Biology of Fishes**, v.5, p. 252-263. 1995.
- GIANE, A.; FIGUEREDO, CLEBER C.; ETEROVICK, P. C. Algas planctônicas do reservatório da Pampulha (MG): Euglenophyta, Chrysophyta, Pyrrophyta, Cyanobacteria. **Rev. bras. Bot.** 1999.
- GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: UFRGS, 2005. 653 p.
- GOMES, L. C.; SILVA, C. R. Impact of pond management on tambaqui (Cuvier), production during growth-out phase. **Aquaculture research**, v. 40, p. 825-832. 2009.
- GOMES, L. DE C.; 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, p.175-204.
- GRAHAN, J. M.; ARANCIBIA-AVILE, P.; GRAHAN L. E. Physiological ecology of a species the filamentous green algae *Mougeotia* under acid conditions: light and temperature effects on photosynthesis and respiration. **Limnology and Oceanography**, v. 41, p. 253-262. 1996.
- GREEN, J. Associations of planktonic and periphytic rotifers in a tropical swamp, the Okavabgo Delta, Southern Africa. **Hydrobiologia**, v. 490, p. 197-209. 2003.
- GUNKEL, G. Limnologia de un lago tropical de Alta Montaña, em Ecuador: características de los sedimentos y tasa de sedimentación. **Revista de Biología Tropical**, v. 51, n. 2, p. 381-390. 2003.
- GURITTI, V. **Piscicultura ecológica**. São Paulo: Unesp, 2003.



HAKANSON, L.; PARPAROV, A.; HAMBRIGHT, K. D. Modelling the impact of water level fluctuations on water quality (suspended particulate matter) in Lake Kinneret, Israel. **Ecological Modelling**, v. 128, p. 101-125. 2002.

HAN, B.; YIN, J.; LIN, X.; DUMONT, H. J. Why is *Diaphanosoma* (Crustacea: Cnetopoda) so common in the tropics? Influence of temperature and food on the population parameters of *Diaphanosoma dubium*, and a hypothesis on the nature of tropical cladocerans. **Hydrobiologia**, v. 668, p. 109-115. 2011.

HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. Impacto de Aquiculturas e Sistemas de Tratamento de Efluêntes com Macrófitas Aquáticas. Relato de caso. Departamento de Ciências Animais; UFERSA/CAUNESP, **B. Inst. Pesca**, São Paulo, v. 34(1), p. 163-173. 2008.

JHA, P.; SARKAR, K.; BARAT, S. Comparison of food selection and growth performance of koi carp, *Cyprinus carpio*(L.), and goldfish, *Carassius auratus* (L.) in mono-and polyculture rearing in tropical ponds. *Aquaculture Research*, v. 37, n. 4, p. 389-397. 2006.

JORDAN, R. A.; CORTEZ, L. A. B.; BALDASSIN JR., R.; SCORVO, J. D.; FRASCÁ-SCORVO, C. M. D.; RIGOLINO, M. G.; TABATA, Y. A. Sistema intensivo de criação de peixe com recirculação de água e controle de temperatura via bomba de calor de duplo efeito térmico. **Bio Eng.**, Tupã, v. 5, n. 1, p. 12-22, jan./abr. 2011.

KITAMURA, P.C.; SILVEIRA, M.A.; FERRÁZ, J.M.G.; BUSCHINELLI, C.C.A.; CASTRO, V.L.S.S.; CHAIM, A.; CORRALES, F.M.; MIRANDA, J.I. **Diagnóstico agro-ambiental da microbacia hidrográfica da Taquara Branca Sumaré, SP**. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1999. 25 p.

KRAFT, C. Estimates of phosphorus and nitrogen cycling by fish using a bioenergetics approach. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, v. 46, p. 2596-2604.1992.

KUBITZA, F. **Qualidade da água na produção de peixes**. Jundiaí: ESALQ/USP, 1998.

KUBITZA, F. **Qualidade da água no cultivo de camarões e peixes**. Jundiaí: CIP/USP, 2003.

KUMAR, M.; SINGH, Y. Interpretation of water quality parameters for villages of Sanganer Tehsil, by using multivariate statistical analysis. **Journal of Water Resource and Protection**, v. 2, p. 860-863. 2010.

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 seqüencial. **B. Inst. Pesca**, v. 31(1), p. 21-27. 2005.

MACEDO, C. F. **Qualidade da água em viveiros de criação de peixes com sistema de fluxo contínuo**. 2004. 136f. Tese(Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aqüicultura, Jaboticabal, 2004.

MAIA-BARBOSA, P. M.; PEIXOTO, R. S.; GUIMARÃES, A. S. Zooplankton in littoral Waters of a tropical lake: a revisited biodiversity. **Brazilian Journal of Biology**, v. 64, n. 4, p. 1069-1078. 2008.

MAJAGI, S.; VIJAYKUMAR, K. Ecology and abundance of zooplankton in Karanja reservoir. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 152, p. 451-458. 2009.

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.

MATSUZAKI, M.; MUCCI, J. L. N.; ROCHA, A. A. Comunidade fitoplanctônica de um pesqueiro na cidade de São Paulo. **Rev. Saúde Pública**, v. 38, n.5.2004.

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(1), p. 73- 84. 2011.

MEDEIROS, F. C. **Tanque-rede**: mais tecnologia e lucro na piscicultura. Cuiabá, 2002.110p.

MELLO, M. A. M.; Ambrosano, E. J. Piscicultura orgânica. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 4, n. 1, Jan/Jun. 2007.

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**. Manaus: EMBRAPA-Amazônia Ocidental, 2001. 25p.

MELO-MAGALHÃES, E. M.; MEDEIROS, P. R. P.; LIRA M. C. A.; KOENING, M. L.; MOURA, A. N. Determination of eutrophic areas in Mundaú/Manguaba lagoons, Alagoas-Brasil, through studies of the phytoplanktonic community. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 2, p. 271-280. 2009.

MIELEITNER, J.; BORSUK, M.; BÜRGI, H. R.; REICHERT, P. Identifying functional groups of phytoplankton using data from three lakes of different trophic state. **Aquatic Science**, v. 70, p. 30-46. 2008.

MOREIRA, H. L. M.; VARGAS, L.; RIBEIRO, R.; ZIMMERMANN, S. **Fundamentos da moderna aquicultura**. Canoas: ULBRA, 2001. 200 p.

MPA. **Ministério da Pesca e Aquicultura**. Plano de desenvolvimento da aquicultura brasileira 2015/2020, Brasília. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/index.php/aquicultura>> Acesso em 27 fev. 2015.

MUELBERT, B.; BORBA, M. R. DE; NUNES, J. S.; REMOR E.; AMORIN, D. G. Situação e análise das normas brasileiras de certificação orgânica para a criação de peixes. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 4, Nov. 2014.

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.

NEGREIROS, N. F.; ROJAS, N. E.; ROCHA, O.; SANTOS WISNIEWSKI, M. J. Composition, diversity and short-term temporal fluctuations of zooplankton communities in fish culture ponds Pindamonhangaba, SP. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 3, p. 785-794. 2009.

NOGUEIRA, M.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Limnologia de um sistema artificial raso (Represa do Monjolinho - São Carlos, SP). Dinâmica das populações planctônicas. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 8, p. 149-168. 1996.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.

OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. **Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo**. Guaíba: Agropecuária, 1998.211 p.

OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R.; SOTO, D. **Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer**. Brasília, 2008. 276 p.

PADILHA, P.J.M. **Efeito da utilização de probiótico sobre aspectos microbiológicos e parâmetros de qualidade da água e produtividade em viveiros de cultivo de camarão *Litopenaeus vannamei***.2005. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

PAERL, H. W.; TUCKER, C.S. Ecology of blue-green algae in aquaculture ponds. **J World Aquaculture Soc.**, v. 6, p. 109-31.1995.

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, 2009.

PEETERS, E. T. H. M.; FRANKEN, R. J. M.; JEPPESEN, E.; MOSS, B.; BÉCARES, E.; HANSSON, L. A.; ROMO, S.; KAIRESAALO, T.; GROSS, E. M.; DONK, E.; NÖGES, T.; IRVINE, K.; KORNIJÓW, R.; SCHEFFER, M. Assessing ecological quality of shallow lakes: does knowledge of transparency suffice? **Basic and Applied Ecology**, v. 10, p. 89-96. 2009.

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, v. 31(1), p. 81-88. 2005.

PEZZATO, L. E.; MIRANDA, E. C.; BARROS, M. M.; FURUYA, W. M.; PINTO, L.G.Q. Digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína e a energia digestível de alguns alimentos alternativos pela tilápia do Nilo (*O. niloticus*). **Acta Scientiarum Animal Science**, v.26, p.329-337. 2004.

PINESE, O. P.; CASSEMIRO, F. A. S.; PINESE, J. F.; DINIZ-FILHO, J. A. F. Metabolic theory of ecology and diversity of continental zooplankton in Brazil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 34, n. 1, p. 69-75. 2012.

PINTO-COELHO, R.M. Amostragem em Limnologia: métodos de coleta, preservação e enumeração de organismos zooplantônicos. In: BICUDO, C. E. DE M.; BICUDO, D. DE C. **Amostragem em Limnologia**. São Carlos: Rima, 2004.

PINTO-COELHO, R.M. 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. Zooplankton en la larvicultura de peces neotropicales. **Revista MVZ Córdoba**, Monteria, v. 13, n. 2, p. 1415-1425, 2008.

PROENÇA, C. E. M.; BITTENCOURT, P. R. L. **Manual de piscicultura tropical**. Brasília: Ibama, 1994.196 p.

PUELLO-CRUZ, A. C.; MEZO-VILLALOBOS, S.; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, B.; VOLTOLINA, D. Culture of the calanoid copepod *Pseudodiaptomus euryhalinus* (Johnson, 1939) with diferente microalgal diets. **Aquaculture**, v. 290, p. 317-319. 2009.

RANDALL, D. J.; TSUI, T.K.N. Ammonia toxicity in fish. **Marine Pollution Bulletin**, v. 45, p. 17-23. 2002.

REYNOLDS, C. S. **Ecology of Phytoplankton: Ecology, Biodiversity and Conservation**. Cambridge: Cambridge University Press, 2006. 3-20 p.

REYNOLDS, C. S. Functional morphology and the adaptive strategies of fresh water phytoplankton. In: SANDGREEN, C. D. **Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton**. Cambridge: Cambridge University Press, 1988. 388-433 p.

REYNOLDS, C. S. **Vegetation Processes in the Pelagic: A Model for Ecosystem Theory**. ECI: Oldendorf, 1997.

REYNOLDS, C.S. What factors influence the species composition of phytoplankton in lakes of different trophic status. **Hydrobiologia**, v.369-370, p. 11-26. 1998.

REYNOLDS, C. S.; HUSZAR, V.; KRUK, C.; NASELLI-FLORES, L.; MELO, S. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. **J. Plankton Res**, v. 24, p. 417-428. 2002.

RIBEIRO, P. A. P.; COSTA, L. S.; ROSA, P. V. Manejo alimentar em piscicultura convencional. Disponível em: <[http://www.nutritime.com.br/arquivos\\_internos/artigos/109V7N2P11891196MAR2010\\_.pdf](http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/109V7N2P11891196MAR2010_.pdf)> Acessado em: 10 Abr. 2016.

RICHTER, C. A. **Água: Métodos e Tecnologia de Tratamento**. São Paulo: Edgard Blucher, 2009.

SAINT-PAUL, U. Diurnal routine O<sub>2</sub> consumption at different O<sub>2</sub> concentrations by *Colossoma macropomum* and *Colossoma brachypomum* (Teleostei: Serrasalminidae). **Comparative biochemistry and Physiology**, v. 89A, p.675-682. 1988.

SAINT-PAUL, U. Physiological adaptation to hypoxia of a neotropical characoid fish *Colossoma macropomum*, serrasalmidae. **Environmental biology of fishes**, v. 11, p. 53-62. 1984.

SANT'ANNA, C. L.; GENTIL, R. C.; SILVA, D. Comunidade fitoplanctônica de pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo. In: ESTEVES, K. E. e SANT'ANNA, C.L. (orgs.). **Pesqueiros sob uma visão integrada de meio ambiente, saúde pública e manejo**. Rima, São Carlos, 2006. p. 49-62.

SARANDÓN, S. J.; FLORES, C. C. **Agroecología**: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. La Plata: Universidad Nacional de La Plata, 2014.

SARTORI, L. P.; NOGUEIRA, M. G.; HENRY, R.; MORETTO, E. M. Zooplankton fluctuations in Jurumirim Reservoir (São Paulo, Brasil): a three-year study. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 1, p. 1-18. 2009.

Secretaria de Estado do Planejamento e Desenvolvimento de Roraima-SEPLAN. **Informações Socioeconômicas do Município de Cantá-RR**. 4 ed. Boa Vista: DIEP, 2014. 76 p.

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. **Limnologica**, v. 41, p. 30-36. 2011.

SEN, B., SONMEZ, F. A study on the algae in fishponds and their seasonal variations. **International journal of Sciences & Technology**, v. 1, n. 1, p. 25-33. 2006.

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. Boa Vista: SEBRAE/RR, 2012. 52 p.

SIGNOR, A.A.; ZIBETTI, A.P.; FEIDEN, A. **Produção Orgânica Animal**. Toledo: Instituto Água Viva, 2011. 138 p.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H.E. **Limnologia aplicada à aquicultura**. Jaboticabal: Funep, 1994.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Influência da luz, manejo e tempo de residência sobre algumas variáveis limnológicas em um viveiro de piscicultura. **Biotemas**, v. 8, n. 4, p. 61-71. 1995.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; 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.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; BACHION, M. A. Population growth and development of two species of cladocera, *Moina micrura* and *Diaphanosoma birgei*, in laboratory. **Brazilian Journal of Biology**, v. 62, n. 4, p. 701-711. 2002.

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

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; COLLUS, D.S. de O. Estrutura da comunidade fitoplanctônica e zooplanctônica em dois viveiros de cultivo semi-intensivo de peixes (Jaboticabal, Brasil). **Bol. Lab. Hidrobiol.**, v. 10, p. 51-64. 1997.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; DONADON, A. R. V.; MILLAN, R. N. Water quality and plankton populations in earthen polyculture pond. **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, n. 4, p. 845-855. 2011.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; GOMIDE, F. B.; OLIVEIRA, A. Dynamic limnological variable studied in two fishponds. **Brazilian Journal of Ecology**, v. 2, n. 1, p. 90-96. 1998.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; 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. 2010a.



SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Feeding in adult females of *Argyrodiaptomus furcatus* (Sars, 1901), Copepoda-Calanoidea, of Lobo Reservoir (Broa), São Carlos, São Paulo, Brazil. **Hydrobiologia**, v. 113, p. 15-23. 1984.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; MILLAN, R. N.; AMARAL, A. A. Influence of management on plankton community of fishponds during the dry and rainy seasons. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 22, n. 1, p. 70-79. 2010a.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; ROCHA, O. Produção de plâncton (fitoplâncton e zooplâncton) para alimentação de organismos aquáticos. São Carlos: Rima, 2003. 106 p.

SOARES, C. Análise das implicações sociais, econômicas e ambientais relacionadas ao uso da piscicultura – o caso Fazenda Princesa do Sertão – Palhoça – SC. 2003. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

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.

TEIXEIRA, E. A.; FARIA, P. M. C.; RIBEIRO, L. P.; MELO, D. C.; CARVALHO, D.; SOUSA, A. B.; SATURNINO, H. M. Sistemas de produção na piscicultura. **Rev. Bras. Reprod. Anim**, Belo Horizonte, v.30, n.3/4, p.86-99, jul./dez. 2006.

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(2), p. 147-175. 2006.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnology**. Boca Raton: CRC Press, 2011.

VALENTI, W. C.; KIMPORA, J. M.; PRETO, B. L. Measuring Aquaculture Sustainability. **World Aquaculture**, v. 42(3), p. 26-30. 2011.

VINATEA-ARAÑA, L. **Fundamentos de aquicultura**. Florianópolis: EDUFSC, 2004. 348p.

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

WANG, X.; LU, Y.; HE, G.; HAN, J.; WANG, T. Exploration of relationships between Phytoplankton biomass and related environmental variables using multivariate statistical analysis in a eutrophic shallow lake: a 5-year study. **Journal of Environmental Sciences**, v. 19, p. 920-927. 2007.

WANG, X.; QIN, B.; GAO, G.; PAERL, H. W. Nutrient richment and selective predation by zooplankton promote *Microcystis* (Cyanobacteria) bloom formation. **Journal of Plankton Research**, v. 32, n. 4, 457-470. 2010.

WETZEL, R. G. **Limnology**: lake and river ecosystems. San Diego: Academic Press, artigos diversos, 2001. 1006 p.

WHITMAN, R. L.; NEVERS, M. B.; GOODRICH, M. L.; MURPHY, P. C.; DAVIS, B. M. Characterization of Lake Michigan coastal lakes using zooplankton assemblages. **Ecological Indicators**, v. 4, p. 277-286. 2004.

WILSON, P. C. **Water quality notes**: pH. University of Florida: IFAS Extension, 2011.

WURTS, W.A.; DURBOROW, R. M. Interaction's pH, carbondioxide, alkalinity and hardness in fishponds. **Aquaculture Program**, n. 464, p. 4. 1992.

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

XIE, L.; KANG, H.; XU, Q.; CHEN, M. J.; YONGHONG LIAO, Y.; THIYAGARAJAN, M.; O'DONNELL, J.; CHRISTENSEN, D. J.; NICHOLSON, C.; ILIFF, J. J.; TAKANO, T.; DEANE, R.; NEDERGAARD, M. Sleep Drives Metabolite Clearance from the Adult Brain. **Science**, v. 342(6156), p. 10-1126, Oct. 2013.

ZHANG, M.; ZHOU, Y.; XIE, P.; XU, P.; LI, J.; ZHU, D.; XIA, T. Impacts of cage-culture of *Oreochromis niloticus* on organic matter content, fractionation and sorption of phosphorus,

and alkaline phosphatase activity in a hypereutrophic lake, People's Republic of China. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, New York, v. 73, p. 927-932. 2004.

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.